

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет електроніки

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра електронних приладів та пристроїв

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Л.Д. Писаренко
“ ” _____ 201__ р.

Дипломний проект

освітньо-кваліфікаційного рівня «Спеціаліст»

(назва ОКР)

з спеціальності :

171- Електроніка

Спеціалізація:

Електронні прилади та пристрої

на тему: Система керування лазерним променем

Виконав:

Студент III курсу, гр. ДЕ-пб1

_____ **Сухобок Максим Олегович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник Зав. кафедрою, д.т.н., проф.Писаренко Л.Д.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультанти:

Нормоконтроль доцент, к.т.н. доцент Чадюк В.О.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент доцент.,к.т.н. доцент Орлов А.Т.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет Е л е к т р о н і к и
Кафедра Електронні прилади та пристрої
Освітньо-кваліфікаційний рівень: Спеціаліст
Спеціальність: 171 – Електроніка
Спеціалізація : Електронні прилади та пристрої

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, проф., д.т.н.
_____ Л.Д.Писаренко
«___» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Сухобок Максим Олегович

1. Тема проекту «Система керування лазерним променем»

і керівник проекту **Писаренко Леонід Дмитрович , проф.**

затверджені наказом по університету від «__» _____ 2019 р., № _____

2. Строк подання студентом проекту «__» _____ 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту: Потужність 5 мВт

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Анотація; вступ; огляд науковотехнічної літератури по схемо-технічним принципам побудови та функціонування керування лазерним променем ; розробка схем функціональної (структурної, електричної принципової) пристрою (що розробляється); розробка та дослідження фізикоматематичної моделі пристрою (що розробляється); розробка конструкторської документації на пристрій (складальне креслення на пристрій або на друковану плату); технологія виготовлення основного модуля пристрою або друкованої плати; висновки; перелік використаної науково-технічної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу: електрична принципова схеми пристрою, плакати з рисунками, графіками та формулами.

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд науково-технічної літератури по системам та методам	10.03.2019– 22.03.2019	
2	Розробка структурної та електричної принципової схеми пристрою. Вибір елементної бази	25.03.2019– 06.04.2019	
3	Розрахунок параметрів та характеристик пристрою	09.04.2019– 20.04.2019	
4	Конструктивно – технологічний розрахунок друкованої плати пристрою	23.04.2019– 03.05.2019	
5	Розробка друкованої плати та складального креслення друкованої плати пристрою	06.05.2019– 17.05.2019	
6	Розробка конструкторської документації на пристрій	20.05.2019– 24.05.2019	
7	Технологія виготовлення друкованої плати пристрою	27.05.2019– 01.06.2019	
8	Програмна реалізація пристрою. Розробка алгоритму роботи	04.06.2019– 14.06.2019	
9	Оформлення пояснювальної записки, креслення, плакатів з формулами та графіками, підготовка доповіді	15.06.2019	

Студент гр. ДЕ-пб1

_____ **М.О. Сухобок**

Керівник проекту

_____ **Л.Д. Писаренко**

№ з/п	Формат	Позначення			Найменування	Кількість аркушів	Примітка	
1	A4				Завдання на дипломний проект	1		
2	A4	БР.171.061.008 ПЗ			Пояснювальна записка	75		
3	A1	БР.171.061.008 ЕЗ			Керування лазерним променем Схема електрична принципова	1		
4	A1	БР.171.061.008 Е4			Система керування лазерним променем Блок – схема роботи	1		
5	A1							
6								
7								
					Плакати з результатами розрахунків, графіками та формулами	1		
8	A4	БР.171.061.008 ТЗ			Технічне завдання	2		
9	A4	БР.171.061.008 ПЕ			Перелік елементів	2		
10	A4	БР.171.061.008 СП			Специфікація	3		
11	A4	БР.171.061.008 СП			Специфікація	2		
					БР.171.061.008 ПЗ			
Зм.	Арк.	П.І.Б.	Під п.	Дата				
Розроб.		Сухобок М.О.			Система керування лазерним променем	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Лисаренко Л.Д.					1	1
						«КПІ ім. Ігоря Сікорського», ФЕЛ, ЕПП, гр. ДЕ-п61		
Н.контр.		Чадюк В О						
Затверд.		Лисаренко Л.Д.						

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

на тему: «Система керування лазерним променем»

Київ – 2019

РЕФЕРАТ

Електронна система моніторингу життєвих показників людини

Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» спеціальності 171- Електроніка, спеціалізації – Електронні прилади та пристрої. Сухобок Максим Олегович КПП ім. Ігоря Сікорського. Факультет електроніки, кафедра «Електронні прилади та пристрої». Група ДЕ-пб1. – К.: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2019. – ____ с., іл. ____, табл. ____.

Ключові слова: лазерний промінь, моніторинг , кодування

Короткий зміст роботи: В дипломному проекті представлено огляд науково-технічної літератури по керуванню лазерним променем. Показано перспективи використання таких пристроїв для застосування в навчальних цілях дітей з порушеними опорно-рухового апарату. Приведено результати дослідження фізико-математичної моделі приладу та результати розрахунку параметрів та характеристик . Результати експериментальних випробовувань відрізняються від теоретичних розрахунків на 8-15 %. Розроблена конструкція пристрою, структурна, функціональна та електрична принципова схеми керування та моніторингу , яка може забезпечити наступні параметри:

- робота з управлінням по Wi-Fi ;
- комп'ютерний зір ;
- 40 портів введення-виведення загального призначення ;
- Wi-Fi 802.11n і Bluetooth 4.1, що забезпечуються мікросхемою Broadcom BCM43438 ;

АНОТАЦІЯ

В дипломному проекті представлено огляд науково-технічної літератури по лазерному керуванню лазерами , оптичне розпізнавання тексту. Показано перспективи використання таких пристроїв для допомоги координації рухів людям з обмеженими можливостями і не тільки. Приведено дослідження технології в житті людини, перспективи використання в навчальних цілях , фізико-математичної моделі та результати розрахунку параметрів та характеристик (вказати якого пристрою). Результати експериментальних випробовувань відрізняються від теоретичних розрахунків на 15-20 %. Розроблена конструкція пристрою, структурна, функціональна та електрична принципова схеми керування лазерним променем , який може забезпечити наступні параметри:

- робота з управлінням по Wi-Fi ;
- комп'ютерний зір ;
- 40 портів введення-виведення загального призначення ;
- Wi-Fi 802.11n і Bluetooth 4.1, що забезпечуються мікросхемою Broadcom BCM43438 ;

S U M M A R Y

The diploma project presents a review of scientific and technical literature on laser control, optical recognition of text. The prospects of using such devices for coordination of movements for people with disabilities and not only are shown. The research of technology in human life, perpetuates of using for educational purposes, physical and mathematical model and results of calculation of parameters and characteristics (indicate which device) are given. The results of experimental tests differ from theoretical calculations by 15-20%. The design of the device, the structural, functional and electrical principle scheme of laser beam control, which can provide the following parameters:

- work with control over Wi-Fi;
- computer vision;
- 40 general purpose input / output ports;
- Wi-Fi 802.11n and Bluetooth 4.1 provided by the Broadcom BCM43438 chip;

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ		11
ВСТУП.....		12
1 ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		15
1.1 Сучасне бачення технологій в житті людини		15
1.1.1 Система для отримання координат рухів людини.....		16
1.1.2 Огляд літератури.....		18
1.1.3 Інтернет речей.....		18
1.2 Основні вимоги до проектів високого рівня.....		19
1.2.1 Еволюція підключення до інтернету		20
Висновки до розділу 1		21
2 РОЗРОБКА ТА ОГЛЯД ОСНОВНИХ КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМИ		22
2.2. Робота системи компонентів		23
2.2.1 Raspberry Pi Zero		23
2.2.2 Кроковий двигун 28BYJ-48 Stepper Motors & Drivers.....		25
2.2.3 405nm 5mw лазерна указка.....		28
2.2.4 Люмінесцентний фотопапір		29
2.2.5 Raspberry Pi Camera ,		31
2.5.1 Специфікація обладнання.....		31
2.5.2 Функції апаратного забезпечення		32
2.5.3 Функції програмного забезпечення		32
2.5.4 Конфігурація камери		32
2.5.5 Налаштування програмного забезпечення		32
2.5.6 Загальні параметри командного рядка		33
Висновки до розділу 2.....		38

3 ДОСЛІДЖЕННЯ (Дизайн та методи)	39
3.1. Огляд використаного матеріалу.....	39
3.2. Рішення та впровадження	41
3.3. Архітектура (Розрахунки)	42
3.4 Інженерні вимоги (Схема електрична принципова).....	45
3.4 Можливості	45
3.5 Тестування обладнання.....	49
Висновки до розділу 3.....	50
4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	52
4.1 Створення системи розпізнавання рукописного тексту	52
4.2 Огляд моделі	52
4.3 Інтуїтивне пояснення тимчасової класифікації звязку	53
4.4 Кодування тексту	55
4.5 Розрахунок втрат	56
4.6 Типова класифікація підключень	58
4.7 Часова класифікація	60
4.8Алгоритм прямого зворотнього звязку	63
Висновки до розділу 4	67
ВИСНОВКИ.....	67
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	69
Додаток А. Технічне завдання	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

МК – мікроконтролер;

Rass Pi - одноплатний комп'ютер;

					БР.171.061.008 ПЗ	Анк
Змн.	Анк.	№ докum.	Підпис	Дата		11

ВСТУП

Актуальність теми дослідження . Сучасний огляд ситуації в Україні , щодо соціального захисту людей з обмеженими можливостями потребує вирішення шляхів подолання проблем на рівні різних суб'єктів. Це люди з такими вадами здоров'я, як ураження опорно - рухового апарату та центральної і периферійної нервової системи ; психічними захворюваннями та розумовою відсталістю; ураженням органів слуху та зору. Це створює необхідність розробки, та виготовлення нових приладів та пристроїв для сприяння їхньої самореалізації через освіту, професійну сферу. У нових умовах переходу країни до ринкової економіки сильно загострилися проблеми соціально-трудової адаптації дітей з розумовою недостатністю або затримкою психічного розвитку, їх працевлаштування та навчання. У соціально-економічній ситуації навчання дітей з глибокими порушеннями ще в більшій мірі вимагає посилення уваги до тих науково-методичним аспектам тифлопедагогіки, які орієнтовані на забезпечення умов для самореалізації в різних сферах життя.[1,2,3].

На сьогодні в різних країнах Світу є цілий ряд ефективних та широко розповсюджених безбар'єрних середовищ і створення можливостей отримання освіти та місця праці, різноманіття дозвілля і розвитку для людей з особливими потребами. Від написів шрифтом Брайля на міській архітектурі до індивідуальних навчальних планів в університеті – це той досвід, який так потрібно не залишити теоретичним, а зробити практичним в університетах, в містах і в країні [4]. З огляду на існуючі прилади для допомоги дітям з розумовою недостатністю в навчанні , виникає ідея створення та реалізація нового приладу . Проблеми що можуть вирішити цей прилад у дітей полягають в наступному :

- порушення послідовності рухів;
- порушення виконання рухів (порушення рівноваги, координації рухів, міміки);
- порушення розвитку всіх рухових умінь

Для більш ефективного вирішення задач підвищення уваги та зацікавленості дітей , представлена система візуалізації (іноформації на люмінесцентному папері завдяки збудженню лазерним променем на поверхні необхідних символів , малюнків для прикладу. Пропонується створення спроб пошуку механізмів навчання з допомогою цієї системи , а саме написання чи просте запам'ятовування літер , символів , тощо на поверхні паперу. Далі задача розробки системи визначає такі етапи:

- визначення схемотехнічної пропозиції реалізації системи;
- створення набору пристроїв , джерел живлення , активних елементів , які формують зображення

					БР.171.061.008 ПЗ	Анк
Змн.	Анк.	№ докum.	Підпис	Дата		12

- розробка та дослідження принципу появи зображення на поверхні ;
- розробка відображення і відслідкування правильності написання поставлених символів

Актуальність даної дипломної роботи , яка передбачає дослідження перерахованих вище науково-технічних задач , пов'язана з нагальною потребою у нових ефективних засобах неруйнівного впливу та контролю під час роботи системи . Пропонована система керування лазерним променем заснована на так званих параметрах зчитування, які спостерігаються фізичними параметрами та добре корелюють з якісними характеристиками поверхні розрізу Таким чином розробка приладу з зазначених вище потреб вимагає розгляду наступних основ:

- дослідження та застосування оптичних датчиків (фотодіодів і NIR-камери)
- вибір оптимальної конфігурації системи моніторингу процесу
- побудова системи управління і оптимізації в реальному часі, яка підтримує адаптацію параметрів процесу на основі інформації про зображення на поверхні люмінофорного паперу , можливі не співпадання отриманого символу чи малюнка, з системи моніторингу процесу

Отримані результати мають демонструвати ефективність обраного підходу з точки зору підвищення автономності, продуктивності і ефективності процесу, а також усунення необхідності ручного контролю якості та можливості автоматичної генерації звітів про результат навчання дитини загалом.

В основі розробленого інструментарію пропонується використання новітніх технологій на даний час , що можуть бути задіяні в інклюзивному середовищі [5,6,7].

Аналіз сучасної науково-технічної літератури свідчить про актуальність , не лише методик навчання дітей простим речам , таким як письмо , малювання , для лікування координації рухів але й розробок нових методик та систем для неперервного навчання та ефективного розвитку дітей .

Актуальність роботи пов'язана як з необхідністю розвитку теоретичної бази в побудові систем вводу та виводу інформації , так і з розробкою нового приладу , для швидкодійного процесу управління лазерним променем та моніторингу подальших дій з боку людини .

Зв'язок роботи з науковими програмами , планами , темами

Дипломна робота виконувалась на кафедрі електронних приладів та пристроїв Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” у відповідності до постанови від 12 травня 2007 року № 716 Київ , “Про затвердження Державної програми розвитку системи реабілітації та трудової зайнятості осіб з обмеженими фізичними можливостями, психічними захворюваннями та розумовою відсталістю на період до 2011 року ” .

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Апк.	№ док.	Підпис	Дата		13

Мета та основні завдання програми полягає у створенні умов для реабілітації та інтеграції осіб з обмеженими фізичними можливостями, психічними захворюваннями та розумовою відсталістю в суспільство. поліпшення якості і розширення номенклатури технічних та інших засобів реабілітації, виробів медичного призначення і реабілітаційних послуг, розроблення та впровадження сучасних технологій виготовлення таких засобів і виробів та надання послуг.

Мета і задачі дослідження:

Побудова прототипу передбачає використання відповідних системи моніторингу та адаптивного управління в реальному часі. Однак сьогодні такі системи комерційно недоступні. Ця дипломна робота присвячена розробці та валідації такої системи моніторингу та управління, яка підходить для контролю .

					БР.171.061.008 ПЗ	Анк
Змн.	Анк.	№ докum.	Підпис	Дата		14

1.2 Сучасне бачення технологій в житті людини

Досягнення в технології вбудованих систем сприяли широкому використанню вбудованих пристроїв у дуже широкому діапазоні застосувань на споживчих, промислових, військових, медичних, комерційних та автомобільних ринках. У порівнянні з пристроєм загального призначення, вбудована система, що виконує спеціальну функцію в більшій системі, має ряд переваг, таких як низьке енергоспоживання, малий розмір і низька вартість.

Вбудована система має обмежені ресурси обробки і не може використовуватися в додатках, де потрібні високі обчислювальні можливості.

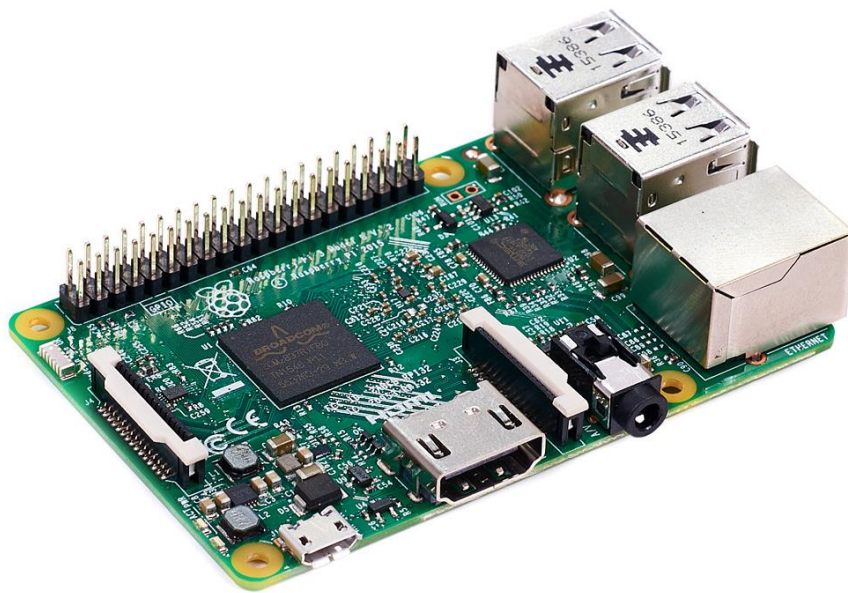


Рисунок 1.1 Приклад вбудованих систем

З точки зору складності, вбудовані системи (Рисунок 1.1) можуть варіюватися від простих систем з єдиним мікроконтролером до складних систем з декількома блоками, наприклад, периферійних пристроїв і мереж. З точки зору розміру, вбудовані системи можна використовувати в невеликих портативних пристроях, таких як цифрові годинники, MP3-плеєри та мобільні телефони або у великих стаціонарних установках, таких як світлофори, контролери заводу та системи управління атомними електростанціями.

Нижче наведено кілька прикладів вбудованих систем, що використовуються в різних областях застосування:

- Авіоніки, такі як інерційні системи наведення, апаратне / програмне забезпечення управління польотом та інші інтегровані системи в авіації і ракети
- Стільникові телефони та телефонні комутатори
- Контролери двигунів і контролери антиблокувальних гальм для автомобілів
- Продукти домашньої автоматизації, такі як термостати, кондиціонери, спринклери та безпека систем моніторингу

- Портативні калькулятори
- Побутова техніка, включаючи мікрохвильові печі, пральні машини,
- DVD-програвачі та рекордери
- Медичне обладнання
- Персональні цифрові помічники

1.1.1 Система для подолання координації рухів людини

Після виходу в Інтернет користування персональним комп'ютером стало більш бажаним, що призвело до використання нових технологій, таких як веб-сторінок, протоколу передачі гіпертексту . Ці технології збігаються, використовуючи протокол передачі (TCP) / Інтернет-протокол (IP) і з'єднання Ethernet для різних електронних комунікацій, таких як електронна пошта, обмін файлами, передача голосу через IP, цифрове спостереження та ін.

Інтернет речей - це нова зміна парадигмі, яка відбувається в комп'ютері та мережевих технологіях. Ця технологія дозволить збільшити коефіцієнт використання, а потім - пропускну здатність Інтернету. Інтернет речей пояснюється як зв'язок пристроїв, підключених до Інтернету, будь-яким пристроєм, який може підключатися і спілкуватися через Інтернет, можна керувати за допомогою зручного інтерфейсу. Пристрої у цій мережі підключені до Інтернету через різні комбінації сенсорних мереж. Доступ до даних з Інтернету здійснюється з робочого столу, мобільного телефону або будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету. Одне з головних переваг такого роду мережевої архітектури, що включає побутову техніку та пристрої, полягає в тому, що ми можемо контролювати наші пристрої по всьому світу, де можлива комунікація. Ми можемо перейти до нашого інтерфейсу керування пристроєм (це може бути веб-сайт або програма) і вибрати наш факс і виконати завдання факсу з нашого робочого місця.. IoT може бути реалізований у ділових або промислових умовах на основі вимог. На даний час важливим питання постає у знаходженні проблем людини , що можуть бути своєчасно вирішені . А саме ці проблеми можуть стосуватися розвитку людини , великого значення набуває такі прості проблеми як навчання письму , говорінню чи читанню , тобто найнеобхідніші речі , чим має володіти людина з обмеженими можливостями . В даній роботі багато уваги також приділяється людям з обмеженими можливостями , які мають проблеми координації рухів , тощо . Тому великою задачею є створення на базі існуючих ідей та технологій , системи , що здатна би надавати послуги в навчанні.

Тобто такий прилад має бути універсальним , має бути доступним для користування в будь-якому місці та часі.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		16

Універсальний доступ спрямований на забезпечення рівноправного доступу та активної участі потенційно всіх людей у існуючих та що розвиваються комп'ютерних діях людини шляхом розробки універсально доступних і корисних продуктів і послуг. Ці продукти та послуги повинні бути здатні задовольняти індивідуальні вимоги користувачів у різних контекстах використання, незалежно від місця розташування, цільової машини або середовища виконання. У цих зусиллях основним напрямком стало надання користувачам з обмеженими можливостями доступу до інтерактивних додатків, спочатку розроблених для користувачів з обмеженими можливостями, шляхом додавання допоміжних технологій, тобто впровадження апостеріорних адаптацій. Традиційно дотримувалися два основні технічні підходи до адаптації: адаптація на рівні продукту та адаптація на рівні навколишнього середовища. Перша передбачає обробку кожного додатка окремо і вжиття всіх необхідних кроків приходу до альтернативної доступної версії. З практичної точки зору, адаптація рівня продукту часто передбачає перепланування практично з нуля. Через високі витрати, пов'язані з цією стратегією, вона вважається найменш сприятливим варіантом для забезпечення альтернативного доступу. Альтернатива включає в себе втручання на рівні конкретного середовища інтерактивних додатків (наприклад, Microsoft Windows) щоб забезпечити відповідну програмно-апаратну технологію, щоб зробити це середовище альтернативним. Адаптація екологічного рівня розширює сферу доступності, щоб охопити потенційно всі програми, що працюють під однаковою інтерактивним середовищем, а не однією програмою, і тому вважається вищою стратегією. Незважаючи на останні досягнення, переважаючі практики, спрямовані на забезпечення альтернативних систем доступу, або на рівні продукту або середовища, піддаються критиці за їх по суті реактивний характер.

Хоча реактивний підхід до доступності може єдиним життєздатним рішенням у певних випадках. Аргумент базується на двох спостереженнях.

- Перша полягає в тому, що реактивні рішення зазвичай надають обмежений і низький рівень доступу. Це видно в контексті невізуальної взаємодії, де була визначена потреба в наданні невізуальних інтерфейсів користувача, які виходять за рамки автоматично генерованих адаптацій візуальних діалогових вікон.
- Друге спостереження стосується практичної та економічної доцільності реактивного підходу доступності. Реактивні підходи, засновані на апостеріорних адаптаціях, хоча і мають важливе значення для часткового вирішення деяких проблем доступності людей з інвалідністю, не є життєздатними в галузях галузі, що характеризуються швидкими технологічними змінами. До того часу, коли була вирішена певна проблема доступу, технологія перейшла до точки, де знову виникає однакова або подібна проблема.

					БР.171.061.008 ПЗ	Анк
						17
Змн.	Анк.	№ док.	Підпис	Дата		

Коротше кажучи, ця система є високоточним інструментом, який може використовуватися для виготовлення прототипів і продуктів масового виробництва. Очевидно, що ця система може мати різні вимоги, але вона поділяє подібні риси. Метою даного дослідницького проекту є об'єднання деяких подібностей у згаданих вище системах у загальну структуру, яку можна повторно використовувати однією універсальною платформою, здатною до візуалізації інформації в інтерактивному просторі. Це дозволить виконувати різні операції лише з однією системою. Інтернет розвивався надзвичайно протягом останніх двох десятиліть, і зараз він широко використовується в таких областях, як освіта, особисте використання, бізнес-цілі, промисловість, технологія зв'язку та розваги. До Інтернету підключено багато пристроїв. Це досягається шляхом розташування пристроїв і приладів в розумному домі в мережі і підключення їх до схеми прийняття рішень. Це централізована мережа через прийняття рішень.

1.1.3 Інтернет речей

Бачення AmI, запропоноване Європейським консорціумом [8], пропагує парадигму, в якій люди оточені інтелектуальними та природними інтерфейсами, пропонуваними взаємопов'язаними гетерогенними обчислювальними пристроями, вбудованими в побутові об'єкти. Створене таким чином середовище здатне визнавати і реагувати на дії і присутність окремих осіб. Тому це може бути сприйняте як рушійна сила для більш зручного для користувача розумного середовища для забезпечення ефективної підтримки людських взаємодій.

Технології інтегрують можливості зондування, обробки, міркування та мережевих можливостей на додаток до різноманітних застосувань, послуг та цифрових технологій.

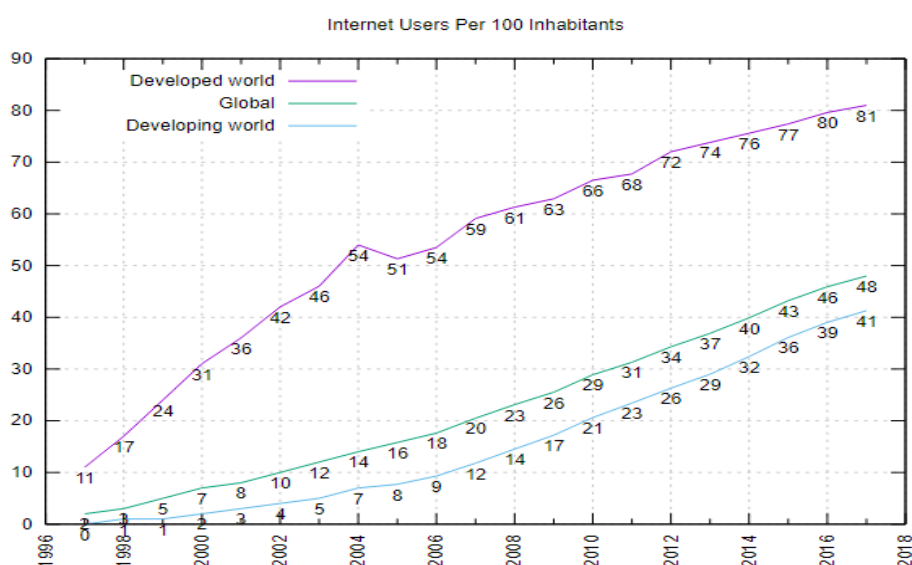


Рисунок 1.2. Світові користувачі Інтернету у відсотках

Можливе застосування АмІ в домашньому середовищі забезпечити якість, зручність, ефективність, безпеку та безпеку його мешканцям [9]. АМІ для допоміжного життя, особливо для людей похилого віку та людей з обмеженими можливостями, вже отримала велику увагу. У наступні роки, внаслідок зростаючого попиту на постійний доступ до інформації та послуг, очікується розвиток інформаційних технологій до нової комп'ютерної парадигми, відомої як навколишній інтелект. Об'ємний інтелект буде характеризуватися невидимою (тобто вбудованою) обчислювальною потужністю побутової техніки та інші загальноприйняті фізичні об'єкти, включаючи інтелектуальні мобільні пристрої. Навколишній інтелект буде мати глибокі наслідки, зміст і функціональність нових продуктів і послуг, а також спосіб взаємодії людей з ними, що призводить до формування нових вимог до розвитку інформаційних технологій. У вирішенні цієї проблеми концепція загального доступу є критичною. У цьому документі розглядаються очікувані можливості і виклики, які викличе навколишній інтелект для людей похилого віку та людей з інвалідністю, передбачає нові сценарії використання технологій користувачів з різноманітними потребами та вимогами, а також ідентифікує деякі з них критичні питання, які необхідно вирішити. Очікується, що інформаційне суспільство розвиватиметься у напрямку розповсюдження обчислювальних систем, які інтегрують ряд мережевих інтерактивних пристроїв, вбудованих у фізичний контекст (у приміщеннях у приміщенні або на відкритому повітрі). Ці системи забезпечуватимуть хостинг для широкого спектру комп'ютерної діяльності людини і доступу до безлічі послуг і додатків. Такі системи засновані на розподілі комп'ютерів і мереж у фізичних середовищах і, як очікується, будуть демонструвати все більше інтелектуальні і контекстно-обумовлені поведінки.

1.2 Основні вимоги до проектів

Основні вимоги до проектів системи з навколишнім інтелектом полягають у тому, що вони є ненав'язливими (тобто багато розподілені пристрої вбудовуються в навколишнє середовище, не втручаючись у нашу свідомість, якщо вони нам не потрібні), персоналізовані (тобто можуть розпізнати користувача), і його поведінка може бути пристосована до потреб користувача), адаптивна (тобто її поведінка може змінюватися у відповідь на дії та навколишнє середовище людини) і попереджувальний (тобто, він передбачає бажання людини та навколишнє середовище якомога більше без посередництва). Хоча ще не зрозуміло, як буде реалізовуватися та формуватися навколишнє середовище розвідки, стає все більш поширеним уявлення про її еволюцію стосовно деяких загальних тенденцій розвитку, які вже почали реалізовуватися, і які, ймовірно, стануть загальними атрибутами формування інформаційного суспільства:

1. Служби є динамічними і можуть бути переконфігуровані або об'єднані під час виконання, щоб задовольнити потреби різних користувачів у різних контекстах і середовищах;

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
						19
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		

2. Немає чіткого розмежування між міжособистісними спілкування та доступ до інформації; різні компоненти, використовуючи різні носії, з'єднані між собою, щоб забезпечити вільне перемішування цих функцій;
3. Послуги дуже інтерактивні, і взаємодія є складним з точки зору запропонованої функціональності, необхідного вхідного матеріалу, наданого виводу, структури діалогу та можливостей налаштування;
4. Більшість служб використовують мультимедійний контент, надаючи інформацію в декількох типах медіа (наприклад, звук, графіку, відео, текст, анімацію тощо) одночасно і інтегровано;
5. Взаємодія часто є мультимодальною, використовуючи різні сенсорні та рухові здібності одночасно, і ґрунтується на більш природних формах діалогу;

Еволюція до AmI, швидше за все, призведе до нових можливостей, але, в той же час, до нових викликів для доступу до комп'ютерних продуктів і послуг для людей з інвалідністю. У цьому динамічно розвивається технологічне середовище доступності та зручності використання таких складних систем користувачами з різними характеристиками та вимогами, які неможливо вирішити за допомогою спеціальних допоміжних технологічних рішень, впроваджених після того, як основні будівельні компоненти нового середовища встановлені. Натомість існує потреба у більш проактивному підході, що ґрунтується на філософії «дизайну для всіх», а також вимогам переосмислення ролі та обсягу допоміжних технологій у нових умовах

1.2.1 Еволюція підключення до інтернету

Після винаходу Інтернету було зроблено багато розробок для надання послуг Інтернету по всьому світу. Після введення загальної пакетної радіослужби (GPRS) в мобільні телефони з 2G мобільними послугами Інтернет був доступний на мобільних пристроях з меншою швидкістю перегляду. Пізніше, коли мобільні послуги розвивалися від 2g до 2.5g, 3g і 4g, а також швидкість перегляду також зростали завдяки розробці смартфонів, доступ до Інтернету став таким же швидким, як у комп'ютерах. Тепер з доступом до Інтернету через смартфон, є можливість керувати бездротовими сенсорними мережами і віддаленими пристроями. Ця еволюція збільшила високий відсоток використання Інтернету у всьому світі. Джерело з Міжнародного союзу електрозв'язку говорить, що до 2020 року 54,54% населення Землі буде користуватися Інтернетом.

Це означає підключення речей до Інтернету, може бути об'єкт або пристрій. Зв'язок пристроїв з мережею, схожою на Інтернет, може бути односторонньою або двосторонньою умови роботи в мережі. Можна сказати, що комунікація може бути симплексним видом зв'язку або двостороннім зв'язком. Інтернет використовує різні типи технологій, таких як HTTP, "www" і ".com" (комерційний), комунікація між пристроями розвивалася в міру розробки інтернет - технологій.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
						20
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

У цих технологіях вчені розробляють веб-сервер так, щоб машина могла розуміти інструкції, які безпосередньо дає користувач. Така технологія допоможе бездротовим сенсорним пристроям спілкуватися з безпосередньо, роблячи їх схемами прийняття рішень (коли дається відповідний алгоритм для прийняття рішення і діяти відповідно). Для прикладу розглянемо активну чіп RFID, обладнану відповідним датчиком; Ця мітка RFID зазвичай збирає цифровий вихід з живлення датчика в мікросхемі і посилає ці дані на сервер, але не робить жодних дій. Однак, коли ми даємо команди в комп'ютерній мові, машина може зрозуміти результат, завдяки якому він може вибрати відповідну дію з даного набору дій. У цьому випадку мова йде про M2M зв'язок, коли машина спілкується в собі і виконує відповідні дії.

Висновки до розділу 1

Зростаючого попиту на постійний доступ до інформації та послуг, очікується розвиток інформаційних технологій до нової комп'ютерної парадигми, відомої як навколишній інтелект, який тісно буде пов'язаний в суспільстві. В даному дипломному проекті, розглянувши актуальні проблеми людини, постає задача в реалізації системи, що здатна допомогти в здобутті нових якостей та здібностей. Обравши найнеобхідніші здібності, запропонована система, може навчити опонента координації рухів для початку, згодом вивчення написання літер та словосполучень, речень. З усього вищесказаного пропонується використання одноплатного комп'ютера Raspberry Pi, що може програмуватися та бути використаний в даному проекті з багатьма необхідними приладами, що можуть під'єднуватися до плати.

					БР.171.061.008 ПЗ	Анк
Змн.	Анк.	№ докum.	Підпис	Дата		21

2.РОЗРОБКА ТА ОГЛЯД ОСНОВНИХ КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМ

Сучасне електронне обладнання має широкий спектр інтерфейсів, можна використовувати будь-який з декількох існуючих операційних систем, таких як Microsoft Windows, Mac OS і Linux. Коли одна з цих систем налаштовується, може знадобитися щонайменше від двох до трьох тижнів для техніків ІТ для забезпечення безперебійної функціональності. Raspbian Server Edition - це вільна операційна система, заснована на Debian Universal

Операційна система, що використовує ядро Linux, оптимізована для апаратного забезпечення Raspberry Pi. Однак Raspbian - це більше, ніж проста операційна система, тобто більше, ніж просто набір основних програм і утиліт. Завдяки внеску користувачів у всьому світі Raspbian постачається з більш ніж тридцять п'ять тисяч пакетів попередньо скомпільованого програмного забезпечення, що входить в простий формат для легкого встановлення на Raspberry Pi. Це початкова побудова більш ніж тридцяти п'яти тисяч Raspbian пакети оптимізовані для найкращої продуктивності на Raspberry Pi. Метою поточного проекту є використання дуже простої операційної системи Raspberry Pi замість однієї з значно складніших операційних систем для виконання деяких основних функцій ІФЕ і отримання подібних функціональних результатів. Проект представляє впровадження економічно ефективного, простого та компактного комп'ютера, який може отримувати дані користувача з стелажів ІФЕ System. Використання Raspberry Pi є відмінним варіантом для цього завдання через його зручну налаштується операційну систему.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		22

2.2. Робота системи компонентів

Запропонований проект стосується повідомлень про вхід / вихід з сесії. При вході або виході з системи дані для входу або виходу з системи, такі як ім'я користувача, час, дата і стан зберігаються в разі виникнення несправностей. Щоб отримати та зберегти інформацію, основний сервер повинен завантажуватися автоматично, щоб він міг працювати без допомоги користувача. Потім зберігається така інформація про кожну подію входу / виходу:

Ім'я користувача

- Вхід користувача, який увійшов у систему
- Початок сеансу
- Час запуску сеансу певного користувача Вхід -
- Час, коли користувач увійшов у портал
- Вийти
- Вийти з порта

2.2.1 Rassberry Pi Zero

Наступним варіантом було нове пристрій також з сімейства Raspberry Pi Raspberry Pi Zero (RPZ). Цей пристрій здатний задовольняти вимоги до лазерної друкувальної головки, хоча це і мало деякі відмінності. Процесор RPZ був одноядерним (1 ГГц), коли RP2 - чотирьохядерний (900 МГц); ОЗП РПЗ складав половину (512 МБ) суми, запропонованої в РП2 (1 ГБ). Після постійного дослідження різних виробничих підприємств (наприклад, Arduino, BeagleBoard, Intel Boards і т.д.) невеликих одноплатних комп'ютерів, здавалося, що ціна не буде меншою, ніж \$ 20. Наступним варіантом було дослідження мікроконтролерів. Мікроконтролер - це програмований апаратний чіп, призначений для малих завдань. Технічно це мініатюрні комп'ютери, оскільки вони мають власний процесор, пам'ять і вбудовані компоненти. Мікроконтролери, як правило, ідеальні, тому що вони мають великий потенціал, а вартість значно нижче, ніж невеликий одноплатний комп'ютер, як RP2. Щоб задовольнити вимоги лазерних принтерів, мікроконтролер PIC18F26K22 компанії Microchip, показаний на малюнку 12, був найкращим вибором. PIC18F26K22 здатний до комунікації послідовного порту, має достатньо пам'яті для керування повідомленнями, має модуляцію ширини імпульсів .

					БР.171.061.008 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		23

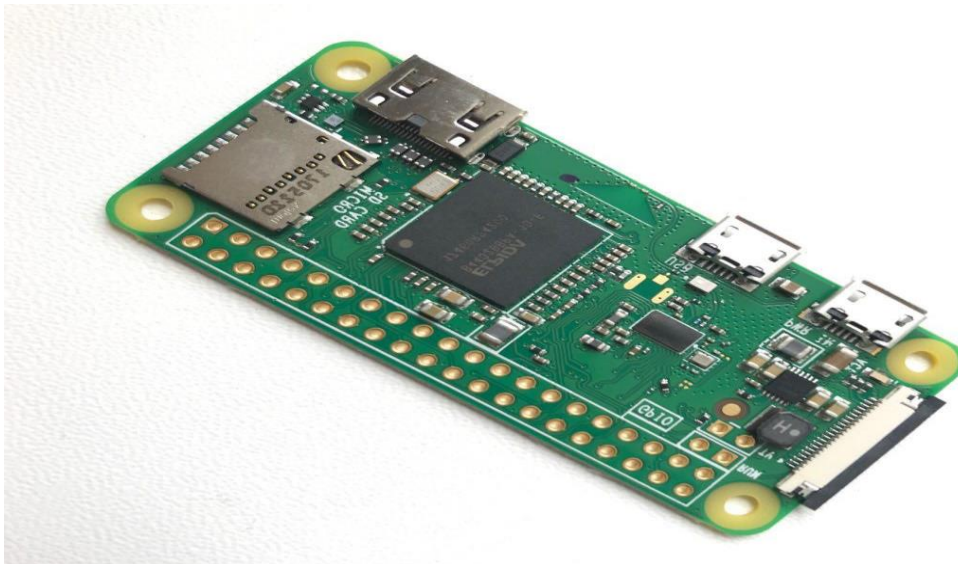


Рисунок 1.4. Raspberry Pi Zero

PIC18F26K22, надає необхідні засоби розробки, має виняткову детальну документацію як для своїх засобів розробки, так і для придбаного мікроконтролера, а також надає навчальні посібники для вивчення прикладів [11].

Можливості мікроконтролера в поєднанні з допоміжними інструментами, що надаються виробником, зробили PIC18F26K22 ідеальним вибором для цього проекту.

Raspberry Pi Zero W поставляється з більшістю тих же специфікацій, що і стандартний Zero Zero, але додає в тій же 802.11n бездротової локальної мережі і Bluetooth, що Raspberry Pi 3 має. Процесор і оперативна пам'ять є такими ж, як стандартний Pi Zero, які, по суті, такі ж, як і ранні моделі Raspberry Pi 1. Ось розбивка повних характеристик на Raspberry Pi Zero W:

- 1 ГГц, одноядерний процесор
- 512 Мб оперативної пам'яті
- Порти Mini HDMI і USB On-The-Go
- Живлення Micro USB
- 40-контактний затискач, сумісний з HAT
- Складене відео та скидання заголовків
- Роз'єм камери CSI
- Бездротова локальна мережа 802.11n
- Bluetooth 4.0


	Raspberry Pi 3 (Model B)	Raspberry Pi 2 (Model B)	Raspberry Pi 1 (Model B+)	Raspberry Pi 1 (Model A+)	Raspberry Pi Zero	Raspberry Pi Zero Wireless
SoC/CPU	Quadcore 64-bit 1.2GHz ARM Cortex A53	BCM2836 Quadcore 900 MHz ARMv7	BCM2835 700 MHz ARMv6k	BCM2835 700 MHz ARMv6k	BCM2835 1GHz ARM11	BCM2835 1GHz ARM11
GPU	Broadcom VideoCore IV @ 400 MHz	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz	none	none
RAM	1GB (LPDDR2-900 SDRAM)	1GB	512 MB	256 MB	512 MB	512 MB
Storage	MicroSD	MicroSD	MicroSD	MicroSD	MicroSD	MicroSD
USB	4	4	4	1	1 Micro USB socket	1 Micro USB socket
Ethernet	1	1	1	0	0	0
Wi-Fi	802.11n Wireless LAN	none	none	none	none	802.11n Wireless LAN
Bluetooth	Bluetooth 4.0	none	none	none	none	Bluetooth 4.0
Video output	HDMI/Composite via RCA Jack	HDMI/Composite via RCA jack	HDMI/Composite via RCA jack	HDMI/Composite via RCA jack	Mini-HDMI	Mini-HDMI
Audio output	3.5 mm jack	3.5 mm jack	3.5 mm jack	3.5 mm jack	none	none
GPIO	40	40	40	40	40 (unpopulated)	40 (unpopulated)
Size	85.6 mm x 56.5 mm x 17 mm	85.6 mm x 56.5 mm x 17 mm	85.6 mm x 56.5 mm x 17 mm	65 mm x 56.5 mm x 10 mm	65 mm x 30 mm x 5 mm	65 mm x 30 mm x 5 mm
Price	\$35	\$35	\$25	\$20	\$5	\$10

Рисунок 1.5.Порівнювальна таблиця специфікацій

Raspberry Pi Zero W також приходить на 5-ту річницю першого Raspberry Pi, так що тепер здається, що вдало порівнювати специфікації на всіх доступних моделях. На даний момент, це включає в себе все більш важко розібрати імена, Raspberry Pi 3, Pi 2 Модель B, Pi 1 модель B +, Pi 1 Модель A +, і нуль (натисніть, щоб збільшити):

Разом з Raspberry Pi Zero W, Raspberry Pi Foundation також випускає офіційний випадок, який виглядає в основному як повнорозмірний корпус, але розрізаний навпіл. Корпус поставляється з трьома різними змінними кришками, які дозволяють легше отримати доступ до GPIO або модуля камери. Це буде відповідати як Raspberry Pi Zero і Raspberry Pi Zero W.

2.2.2 Кроковий двигун 28BYJ-48 Stepper Motors & Drivers

Кроковий двигун є електромеханічним пристроєм, який перетворює електричні імпульси в дискретні механічні рухи. Вал або шпindel крокового двигуна обертається в дискретних крокових кроках, коли електричні командні імпульси прикладаються до нього в належній послідовності. Обертання двигунів має декілька прямих зв'язків з цими застосовуваними вхідними імпульсами. Послідовність застосованих імпульсів безпосередньо пов'язана з напрямком обертання валів двигуна. Швидкість обертання валів двигуна безпосередньо пов'язана з частотою вхідних імпульсів, а довжина обертання безпосередньо пов'язана з кількістю вхідних імпульсів, що застосовуються. у відкритій системі. Відкрити петлю

означає, що інформація про позицію не потрібна. Цей тип управління виключає необхідність у дорогих пристроях зондування та зворотного зв'язку, таких як оптичні кодери. Ваша позиція відома просто шляхом відстеження вхідних імпульсів кроку.

					БР.171.061.008 ПЗ	Анк
Змн.	Анк.	№ докum.	Підпис	Дата		25

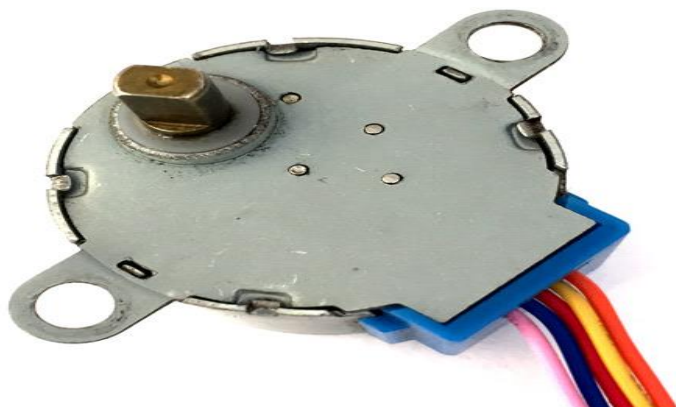


Рисунок 1.6 . Кроковий двигун 28BYJ-48

Особливості:

1. Кут повороту двигуна пропорційний вхідному імпульсу
2. Мотор має повний крутний момент при зупинці (якщо обмотки включені)
3. Точне позиціонування та повторюваність руху, оскільки хороші крокові двигуни мають точність - 5% кроку, і ця помилка не є кумулятивною від одного кроку до іншого.
4. Відмінна реакція на пуск / зупинку / реверсування. Дуже надійний, оскільки в двигуні немає контактних щіток. Тому термін служби двигуна просто залежить від терміну служби підшипника.
5. Реакція двигунів на імпульси цифрового входу забезпечує управління з відкритим контуром, що робить двигун простішим менше коштувати контролювати.
6. Можливе досягнення дуже низької швидкості синхронного обертання з навантаженням, яке безпосередньо пов'язане з вал.
7. Широкий діапазон частот обертання може бути реалізований, оскільки швидкість пропорційна частоті вхідних імпульсів.

Кроковий двигун 28BYJ-48 – параметри:

- Модель: 28BYJ-48
- Номінальна напруга: 5VDC
- Кількість фаз: 4
- Коефіцієнт зміни швидкості: 1/64
- Кут нахилу: $5.625^\circ / 64$

					БР.171.061.008 ПЗ	Арк
						26
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

- Частота: 100 Гц
 - Опір постійного струму: $50\Omega \pm 7\%$ (25 °C)
 - Частота втягування в холостому ході: > 600 Гц
 - Частота витягування на холостому ході: > 1000 Гц
 - Крутний момент > 34,3 мН.м (120 Гц)
 - Момент позиціонування - 34,3 мН.м.
 - Момент тертя: 600-1200 гр.см
 - Потягніть у крутний момент: 300 gf.cm
 - Ізольований опір > 10МΩ (500V)
 - Ізольована електроенергія: 600VAC / 1mA / 1s
 - Клас ізоляції: А
- Підвищення температури <40 К (120 Гц)
Шум <35 дБ (120 Гц, без навантаження, 10 см

Інтерфейсні схеми

Біполярний кроковий двигун зазвичай має чотири дроти, що виходять з нього. На відміну від однополярних степерів, біполярні степери не мають спільного центрального з'єднання. Натомість у них є два незалежних набору котушок. Ви можете відрізнити їх від однополярних степерів шляхом вимірювання опору між проводами. Ви повинні знайти дві пари проводів з однаковим опором. Якщо ви підключили провідник вимірювача до двох провідників, які не підключені (тобто не підключені до однієї котушки), ви повинні побачити нескінченну стійкість (або відсутність безперервності).

Підключення драйвера крокового мотора ULN2003

Дошка драйверів крокового двигуна ULN2003 дозволяє легко керувати кроковим двигуном 28BYJ-48 від мікроконтролера, як Arduino Uno. Одна сторона борту має 5 провідний роз'єм, де кабель від крокового двигуна підключається і 4 світлодіоди вказують, яка котушка в даний час живиться. Кабель двигуна йде лише в одному напрямку, що завжди допомагає.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		27



Рисунок 8 . Драйвер крокового мотор у ULN2003

Дошка UNL2003 На стороні ви маєте перемикач включення / вимикання двигуна (увімкніть його, щоб включити живлення степпера). Дві контакти нижче 4-х резисторів - це місце, де ви надаєте харчування степпера. Зверніть увагу, що живлення степпера від 5 V рейки Arduino не рекомендується. Необхідно використовувати окремий блок живлення 5-12 В 1 А або акумуляторний блок, оскільки двигун може витікати більше струму, ніж може працювати мікроконтролер і може потенційно пошкодити його. У середині плати є чіп ULN2003. У нижній частині знаходяться 4 керуючі входи, які повинні бути підключені до чотирьох цифрових контактів Arduino.

2.2.3 405nm 5mw лазерна указка

Лазерна указка або лазерна ручка - це невеликий портативний пристрій з джерелом живлення (зазвичай батареєю) і лазерним діодом, що випромінює дуже вузький когерентний малопотужний лазерний промінь видимого світла, призначений для використання для висвітлення чогось цікавого. з невеликою яскравою плямою кольорового світла. Потужність у більшості юрисдикцій обмежується не більше 5 мВт.

Невелика ширина пучка і низька потужність типових лазерних вказівників роблять промінь невидимим у досить чистій атмосфері, показуючи лише точку світла, коли він вражає непрозору поверхню. Деякі більш потужні лазерні указки проектують видимий промінь через розсіювання від частинок пилу або крапель води вздовж шляху променя. Більш потужні і високочастотні зелені або сині лазери можуть виробляти промінь, видимий навіть у чистому повітрі, завдяки Релеєвому розсіюванню з молекул повітря, особливо при перегляді в помірно-слабо освітлених умовах. Інтенсивність такого розсіювання зростає, коли ці промені розглядаються з кутів поблизу осі пучка.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		28

Такі показники, особливо в діапазоні виходу зеленого світла, використовуються в якості астрономічних показників для навчальних цілей. Низька вартість інфрачервоних (ІЧ) діодних лазерних модулів потужністю до 1000 мВт (1 Вт) створила генератори твердотільних лазерних указів з частотою в два рази, зеленого, синього та фіолетового накачування з діодами видима потужність до 300 мВт.

Оскільки невидимий ІЧ-компонент в пучках цих видимих лазерів важко відфільтрувати, а також тому, що фільтрування сприяє додатковому нагріванню, яке важко розсіяти в пакеті з "лазерним показником", він часто залишається як компонент балки в дешевші показники потужної потужності. Цей невидимий ІЧ компонент викликає ступінь додаткової потенційної небезпеки в цих пристроях, коли він спрямований на навколишні об'єкти та людей. Лазерні вказівники створюють потужний сигнальний інструмент, навіть при денному світлі, і здатні виробляти яскравий сигнал для потенційних пошукових і рятувальних машин, використовуючи недорогий, малий і легкий пристрій такого типу, який можна було б регулярно перевозити в аварійному комплекті.

2.2.4 Люмінесцентний фотопапір

Механізми люмінесценції

Люмінесцентні матеріали, які ще називаються люмінофорами, є переважно твердими неорганічними матеріалами, що складаються з решітки господаря, зазвичай навмисно легованих домішками. Концентрації домішок зазвичай низькі з огляду на те, що при більш високих концентраціях ефективність процесу люмінесценції зазвичай знижується (загасання концентрації, див. Нижче). Крім того, більшість люмінофорів мають білий колір тіла. Це особливо важливо для флуоресцентних ламп, щоб запобігти поглинанню видимого світла використовуваними люмінофорами. Поглинання енергії, яке використовується для збудження люмінесценції, відбувається або решіткою господаря, або навмисно легованими домішками. У більшості випадків випромінювання відбувається на домішкових іонах, коли вони також генерують бажане випромінювання, називаються іонами активатора. Коли іони активатора виявляють занадто слабе поглинання, може бути доданий другий вид домішок (сенсibilізатори), які поглинають енергію і згодом передають енергію активаторам. Цей процес передбачає транспортування енергії через люмінесцентні матеріали. Досить часто колір випромінювання можна регулювати, вибираючи власний домішковий іон, не змінюючи решітки господаря, в які включені домішкові іони. З іншого боку, численні іони активаторів показують емісійні спектри з випромінюванням в спектральних положеннях, на які майже не впливає їх хімічна середовище.

					БР.171.061.008 ПЗ	Алк
						29
Змн.	Алк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Центр люмінесценції

У разі центральної люмінесценції випромінювання генерується на оптичному центрі, що суперечить, наприклад, випромінюванню, яке виникає в результаті оптичних переходів між смуговими станами решітки господаря або з переходу між двома центрами. Такий оптичний центр може представляти собою іонний або молекулярний іонний комплекс. Говориться про характерну люмінесценцію, коли, в принципі, випромінювання також може відбуватися на іоні у вакуумі, тобто коли оптичний перехід включає електронні стани тільки іона. Характеристична люмінесценція може складатися з відносно гострих смуг випромінювання (ширина спектра, як правило, декілька нм), а також широких смуг, може мати ширину, що перевищує 50 нм у видимій частині спектру.

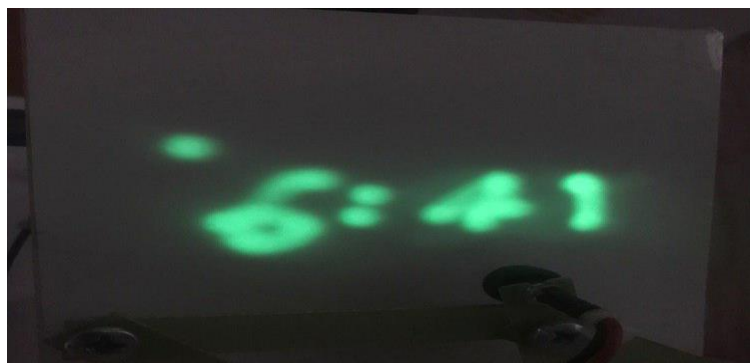


Рисунок 1.10. Приклади зображення світіння люмінофору

Широкі смуги випромінювання спостерігаються, коли характер хімічного зв'язку в землі і збуджений стан істотно відрізняється. Це відбувається пліч-о-пліч із зміною рівноважної відстані між випромінюючим іоном і його безпосереднім хімічним середовищем і зазвичай пояснюється схемою координат конфігурації (рис. 1.2). На цій діаграмі Q_g і Q_e являють собою відстані між металами і лігандами в основних і збуджених станах, відповідно. E_a і E_e - енергії, при яких смуги поглинання і випромінювання мають свою максимальну інтенсивність, відповідно. D - енергія так званої нульової фононної лінії; цей перехід передбачає повністю розслаблені збуджені і основні стани, і ніякі порушені фононні стани не задіяні - звідси і назва цього переходу. Фононні частоти в основному і збудженому станах задаються ν_h ν_g та ν_e , відповідно. Енергії релаксації в основних і збуджених станах можуть бути виражені як добуток фононної енергії і так званих факторів Хуан-Риса. Фактори Хуан-Риса S_e і S_g в основному і збудженому стані (чисті числа), відповідно, дають середнє число фононів, що беруть участь у процесах поглинання і випромінювання, відповідно.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		30

2.2.5 Rassberry Pi Camera- 8 Megapixels

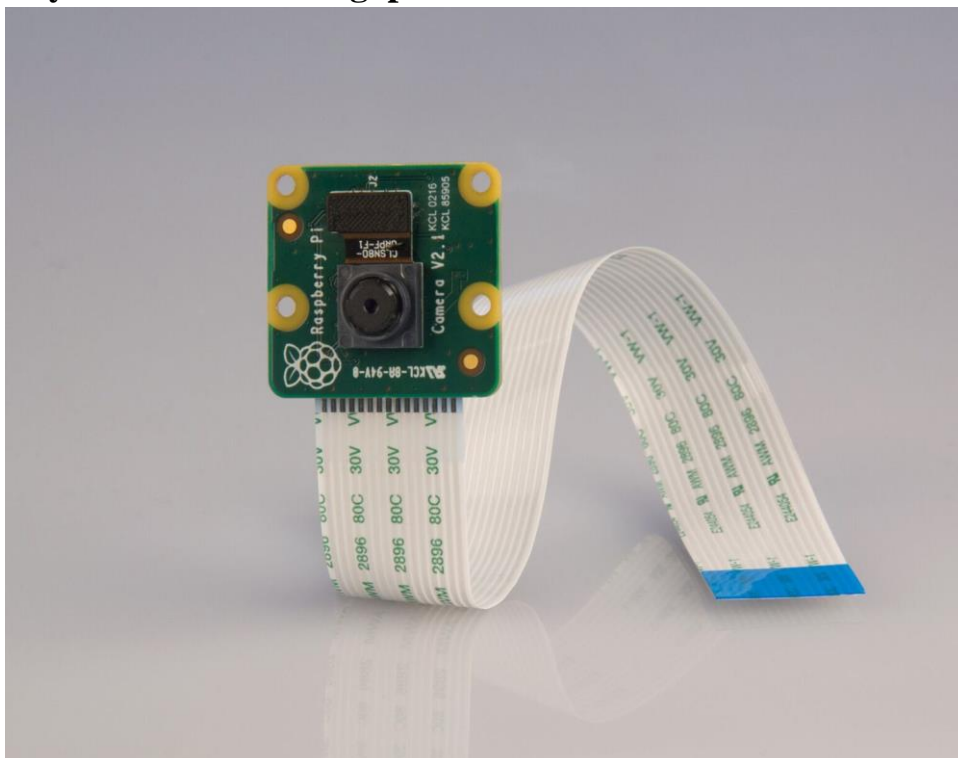


Рисунок 1.11. Pi Camera Board

Модуль камери Raspberry Pi v2 - це високоякісний 8-мегапіксельний сенсор зображення Sony IMX219, спеціально розроблений додатковою платою для Raspberry Pi, з фіксованим фокусом. Це здатне на 3280 x 2464 піксельних статичних зображень, а також підтримує 1080p30, 720p60 і Відео 640x480p60 / 90. Вона приєднується до Pi за допомогою однієї з маленьких розеток на верхній поверхні дошки і використовує спеціальний CSI інтерфейс, розроблений спеціально для взаємодії з камерами.

8-мегапіксельна датчик з роздільною здатністю 3280 x 2464 піксельних статичних зображень

Підтримка відео 1080p30, 720p60 і 640x480p90

Камера підтримується в останній версії Raspbian, бажаної операційної системи Raspberry Pi.

Високоякісний сенсор зображення IMX219 від Sony має власне дозвіл 8 мегапікселів і має вбудовану лінзу з фіксованим фокусом. В У фотографіях камера здатна мати статичні зображення розміром 3280 x 2464 пікселя, а також підтримує 1080p30, 720p60 і

Відео 640x480p90.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дата		31

2.5.3 Функції програмного забезпечення

2.5.4 Конфігурація камери

Налаштування апаратного забезпечення камери

Камера приєднується до Raspberry Pi за допомогою 15-смугового стрічкового кабелю. Існують лише два з'єднання: стрічковий кабель повинен бути прикріплений до друкованої плати камери, а сам Raspberry Pi. Вам потрібно підключити кабель правильно, або камера не працюватиме. На друкованій платі камери синя підкладка на кабелі повинна бути спрямована подалі від друкованої плати, а на Raspberry Pi вона повинна бути звернена до Ethernet-з'єднання (або там, де роз'єм Ethernet буде, якщо ви використовуєте модель A).

Незважаючи на те, що роз'єми на друкованій платі і Pi відрізняються, вони працюють подібним чином. На самій Raspberry Pi витягніть вкладки на кожному кінці роз'єму. Вона повинна легко ковзати вгору і мати можливість трохи обернутися. Повністю вставте стрічковий кабель у гніздо, гарантуючи, що він встановлений прямо, а потім обережно натисніть на закладки, щоб закріпити його на місці. Роз'єм для друкованої плати камери також вимагає від витягування виступів з плати, обережно вставте кабель, а потім натисніть назад. PCB роз'єм може бути трохи більш незручно, ніж на самому Pi.

2.5.5 Налаштування програмного забезпечення

Виконати в командному рядку наступні інструкції для завантаження та встановлення останнього ядра, прошивки GPU та програм. Для коректної роботи потрібно підключення до Інтернету.

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get upgrade
```

Тепер потрібно увімкнути підтримку камери за допомогою `raspi-config` програми, яку використовується під час першого налаштування Raspberry Pi.

```
sudo raspi-config
```

Використовуйте клавіші курсора, щоб перейти до опції камери, і виберіть "увімкнути". На виході `raspi-config`, він попросить перезавантажити. Параметр увімкнення гарантує, що під час перезавантаження буде працювати правильна мікропрограма GPU з драйвером камери та налаштування, а розділення пам'яті GPU достатньо для того, щоб камеру набралось достатньо пам'яті для правильної роботи.

Щоб перевірити, що система встановлена та працює, спробуйте виконати таку команду:

```
raspistill -v -o test.jpg
```

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		32

Дисплей повинен показувати попередній перегляд з камери на п'ять секунд, а потім зробити знімок, збережений у файлі test.jpg, показуючи різні інформаційні повідомлення.

2.5.6 Загальні параметри командного рядка

- Вікно попереднього перегляду

--preview, -p Preview window settings <'x,y,w,h'>

- Дозволяє визначити розмір вікна попереднього перегляду та його розташування на екрані. Зверніть увагу, що це буде накладено поверх будь-яких інших вікон / графіки.

--fullscreen, -f Fullscreen preview mode

- Примушує вікно попереднього перегляду використовувати весь екран. Зауважте, що співвідношення сторін вхідного зображення буде збережено, тому на деяких краях можуть бути бари.

--nopreview, -n Do not display a preview window

- Вимкнення вікна попереднього перегляду повністю. Зауважте, що навіть якщо попередній перегляд вимкнено, фотокамера продовжуватиме виробляти кадри, тому буде використовувати живлення.

--opacity, -op Set preview window opacity

Встановлює непрозорість вікна попереднього перегляду. 0 = невидимий, 255 = повністю непрозорий.

Параметри керування камерою:

--sharpness, -sh Set image sharpness (-100 - 100)

- Встановлює чіткість зображення. 0 є типовим;

--contrast, -co Set image contrast (-100 - 100)

- Встановлює контраст зображення. 0 є типовим;

--brightness, -br Set image brightness (0 - 100)

- Встановлює яскравість зображення. 50 є типовим. 0 - чорний, 100 – білий;

--saturation, -sa Set image saturation (-100 - 100)

- Встановлює насиченість кольору зображення. 0 є типовим;

--ISO, -ISO Set capture ISO (100 - 800)

- Встановлює ISO, який буде використовуватися для захоплень;

--vstab, -vs Turn on video stabilisation

- Тільки у режимі відео вмикається стабілізація відео;

--ev, -ev Set EV compensation (-10 - 10)

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
						33
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		

- Встановлює компенсацію EV зображення. За замовчуванням – 0;
--exposure, -ex Set exposure mode

Можливі варіанти:

auto: використовуйте режим автоматичної експозиції

ніч: виберіть установку для нічної зйомки

нічний перегляд:

підсвічування: виберіть параметр для об'єкта з підсвічуванням

прожектор:

спорт: вибір налаштувань для занять спортом (швидкий затвор тощо)

сніг: виберіть налаштування, оптимізовані для сніжних пейзажів

beach: виберіть налаштування, оптимізовані для пляжу

verylong: вибір установки для довгих експозицій

fixedfps: обмежуйте fps до фіксованого значення

antishake: режим протидії

феєрверк: виберіть налаштування, оптимізовані для феєрверків

Всі ці параметри можуть бути реалізовані залежно від налаштування камери.

--awb, -awb Set Automatic White Balance (AWB) mode

Режими, для яких доступні діапазони кольорних температур (K), мають ці параметри в дужках.

- off: вимкнення розрахунку балансу білого
- автоматичний: автоматичний режим (за умовчанням)
- сонце: сонячний режим (між 5000K і 6500K)
- хмара: хмарний режим (від 6500 K до 12000 K)
- відтінок: режим відтінку
- вольфрам: режим освітлення вольфраму (між 2500K і 3500K)
- флуоресцентний: флуоресцентний режим освітлення (між 2500K і 4500K)
- розжарювання: режим освітлення розжарювання
- спалах: режим спалаху
- горизонт: режим горизонту

Всі ці параметри можуть бути реалізовані залежно від типу камери.

--imxfx, -ifx Set image effect

Встановлення ефекту, який буде застосовано до зображення:					Апк
БР.171.061.008 ПЗ					
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата	34

- none: немає ефекту (за умовчанням)
- негатив: інвертувати кольори зображення
- solarise: соляризація зображення
- posterise: posterise зображення
- дошка: ефект дошки
- дощі: ефект дощі
- ескіз: ефект ескізу
- denoise: зменшення шуму зображення
- тиснення: тиснення зображення
- Масляна фарба: ефект масляної фарби

люк: ефект ескізу люка

- gren: ефект графічного ескізу
- пастель: пастельний ефект
- акварель: ефект акварелі
- плівка: ефект зернистості плівки
- blur: розмиття зображення
- насиченість: колір насичує зображення
- colourswap: не повністю реалізовано
- вимивається: не повністю реалізована
- colourpoint: не повністю реалізовано
- colourbalance: не повністю реалізований
- мультфільм: не повністю реалізований

Налаштування можуть бути доступними за будь-яких обставин.

--colfx, -cfx Set colour effect <U:V>

До U і V каналів зображення застосовуються подані U і V параметри (діапазон 0 - 255). Наприклад, --colfx 128: 128 має привести до монохромного зображення.

--metering, -mm Set metering mode

Режим вимірювання, який використовується для попереднього перегляду та зйомки:

- середня: середня по всьому кадру для вимірювання
- spot: точкове вимірювання
- backlit: припускає зображення з підсвічуванням
- Матриця: матричне вимірювання

--rotation, -rot Set image rotation (0 - 359)

Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дата

БР.171.061.008 ПЗ

АДК

35

Встановлює обертання зображення у видошукачі та отриманому зображенні. Це може приймати будь-яке значення від 0 вгору, але через апаратні обмеження підтримуються лише повороти на 0, 90, 180 і 270 градусів.

--hflip, -hf Set horizontal flip

Перевертає попередній перегляд і збережене зображення по горизонталі.

--vflip, -vf Set vertical flip

Перевертає попередній перегляд і зберігає зображення по вертикалі.

--roi, -roi Set sensor region of interest

Дозволяє визначити область датчика, яка буде використовуватися як джерело для попереднього перегляду та зйомки. Це визначається як x, y для верхнього лівого кута, а також для ширини та висоти, причому всі значення у нормалізованих координатах (0.0 - 1.0). Отже, щоб встановити рентабельність інвестицій на півдорозі через датчик і ширину і висоту чверті датчика, використовуйте:

-roi 0.5,0.5,0.25,0.25

--shutter, -ss Set shutter speed

Визначає значення витримки затвора (в мікросекундах). В даний час верхня межа приблизно 6000000us (6000ms, 6s), минула операція якої не визначена.

--drc, -drc Enable/disable dynamic range compression

DRC змінює зображення, збільшуючи діапазон темних областей і зменшуючи яскравіші ділянки. Це може поліпшити зображення в умовах слабого освітлення.

- вимкнено
- низький
- med
- високий

За замовчуванням DRC вимкнено.

--stats, -st Display image statistics

Відображає експозицію, аналогові та цифрові коефіцієнти, а також використовуються налаштування AWB.

--awbgains, -awbg

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		36

Встановлює синій і червоний коефіцієнти (у вигляді чисел з плаваючою точкою), які застосовуються, коли `-awb -off` встановлено, наприклад, `-wabg 1,5,1,2`

`--analoggain, -ag`

Встановлює значення аналогового підсилення безпосередньо на датчику (значення з плаваючою точкою від 1,0 до 8,0 для датчика OV5647 на модулі камери V1 і 1,0-12,0 для датчика IMX219 на модулі камери V2).

`--digitalgain, -dg`

Встановлює цифрове значення коефіцієнта підсилення, застосоване ISP (значення з плаваючою точкою від 1,0 до 255,0, але значення більше ніж приблизно 4,0 призведуть до переекспонованих зображень)

`--mode, -md`

Встановлює заданий режим датчика, вимикаючи автоматичний вибір. Можливі значення залежать від версії використовуваного модуля камери:

Для частоти кадрів понад 120 кадрів в секунду необхідно вимкнути автоматичну експозицію та керувати посиленням `-ex off`. Це повинно досягти більш високих частот кадрів, але час експозиції та прибутки повинні бути встановлені на фіксовані значення, надані користувачем.

`--camselect, -cs`

Вибирає, яку камеру використовувати в системі з кількома камерами. Використовуйте 0 або 1.

`--annotate, -a` Enable/set annotate flags or text

Додає до тексту деякий текст та / або метадані.

Метадані вказуються за допомогою позначення бітової маски, тому додайте їх разом, щоб показати кілька параметрів. Наприклад, 12 покаже час (4) і дату (8), оскільки $4 + 8 = 12$.

Висновки до розділу 2

Метою поточного проекту є використання дуже простої операційної системи Raspberry Pi замість однієї з значно складніших операційних систем для

Змн.	Адж.	№ док.	Підпис	Дата

БР.171.061.008 ПЗ

виконання деяких основних функцій IFE і отримання подібних функціональних результатів. Проект представляє впровадження економічно ефективного, простого та компактної системи, яка може отримувати дані користувача . Використання Raspberry Pi є відмінним варіантом для цього завдання через його зручну налаштується операційну систему.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
						38
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		

3 ДОСЛІДЖЕННЯ (Дизайн та методи)

Процедура пошуку використовувала різні пошукові системи. Першою пошуковою системою була цифрова бібліотека Каліфорнійського державного університету, Лонг-Біч (CSULB). Вони пропонують студентам індексовану цифрову базу даних, яка надає різні опубліковані статті, журнали та ресурси конференцій за допомогою використання популярних цифрових бібліотек. Хоча було багато статей про системи на основі Raspberry Pi, не було знайдено значної кількості даних щодо розробки системи, що могла б зображати на поверхні символи чи літери на сьогоднішньому ринку. Щоб знайти додаткові відповідні джерела, пошукові системи Google і вчених Google використовувалися для отримання сучасного, добре округленого набору публікації. Додаткові ресурси спростили зусилля для отримання прийняттого набору вимог.

3.1. Огляд використаного матеріалу

Для того, щоб зрозуміти, яким чином має бути реалізована повна конструкція, дуже важливо зрозуміти, яке основне використання очікується від лазерної головки. Випадки використання полегшує розуміння того, що система буде мати п'ять основних функцій: запуск лазера, зупинка лазера, контроль стану лазера, скидання лазерної конфігурації і запитати стан лазерної головки. Аналізуючи, ілюструється один неминучий факт, існують залежності між модулями. Всі п'ять функціональних модулів вимагають мати однаковий загальний стан. Наприклад, якщо лазер випромінює 50 відсотків світла, і запит "скидання" зроблений, всі модулі повинні знати, що випромінювання лазера було зменшено до 0 відсотків. Отже, якщо отримано запит «Пуск лазера», лазер повинен початок, але випромінює лише 0 відсотків світла. Хоча схема використання ілюструє різні аспекти лазерної друкуючої головки, не кожен аспект описаний. Саме тому необхідно визначити певний набір вимог до цього проекту.

Вимоги

Лазерна головка призначена для забезпечення основними функціями, наданими лазером в комерційній машині для лазерного зображення. Наступні функції слугуватимуть як основні вимоги до того, щоб лазерна головка виявилася корисною :

1. Запустіть лазер
2. Зупиніть лазер
3. Контролювати стан лазера
4. Перезапустіть лазерну головку
5. Запитувати стан лазерної головки

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
						39
Змн.	Апк.	№ док.	Підпис	Дата		

6. Можливість послідовного порту зв'язку

7. Забезпечення візуального статусу сповіщень

При розробці цих функцій мета полягає в тому, щоб забезпечити лазерну головку способом, здатним виконувати очікуване завдання, але гарантує прийнятний рівень якості. Тому необхідно визначити набір вимог до якості. Це спроба допомогти стабільності та поліпшенню лазерної головки. Нижче наведено набір вимог до якості лазерної головки :

Наявність: Лазерна друкуюча головка повинна бути доступна тільки для використання.

2. Експлуатаційна гнучкість: конструкція повинна бути здатна легко розширюватися для використання більш потужних лазерів

Можливість ремонту: Конструкція повинна забезпечити легку заміну апаратних засобів з невеликою кількістю модифікацій програмування.

4. Оперативна сумісність: Лазерна друкуюча головка повинна забезпечувати зворотний зв'язок про струм стан і помилки.

5. Відповідальність: Лазерна друкуюча головка повинна відповідати на команди в межах прийнятного кількості часу.

6. Обмеження на навколишнє середовище: Лазерна друкуюча головка повинна мати належну роботу для всю тривалість під час підключення до Raspberry Pi.

7. Тестуваність: Друкувальна головка повинна мати спосіб перевірки її компонентів

8. Точність: Лазерна інтенсивність повинна бути чіткою та чутливою.

9. Юзабіліті: Лазерна друкуюча головка повинна бути інтуїтивною та зручною у використанні

Вищенаведені вимоги лише описують особливості та якість лазерної друкуючої головки володіти, але недостатньо для початку розвитку. Для кращого керівництва фазою розробки, набір системних обмежень і функціональних вимог необхідно визначити:

1. Необхідно розробити протокол рукоостискання, щоб повідомити протомікатора певної головки статусів.

2. Друкувальна головка повинна бути здатна повернутися до відомого за замовчуванням стану

3. Друк-головка повинна вміти правильно приймати і обробляти вхідні команди

a. Вхідні команди будуть отримані через послідовний порт

b. Команди повинні бути завершені символом повернення каретки (\ t

c. Вхідні команди слід виконувати в порядку FIFO (First In First Out). Це означає, що кожна команда буде споживатися в отриманому порядку

d. Буфер повинен бути доступним для зберігання отриманих команд, коли лазерна друкуюча головка зайнята

					БР.171.061.008 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		40

е. Коли отримано нову команду, але буфер прийому заповнений, нова команда повинна

бути видаленим

2. Повідомлення

а. На апаратних засобах лазерної друкувальної головки має бути наявне візуальне повідомлення

б. Повідомлення про повідомлення повинно бути надано ProtoMaker

с. Нижче наведено набір очікуваних відгуків

i. Лазерна друкуюча головка надає повідомлення про помилку

ii. Лазерна головка друкує повідомлення про помилку

iii. Лазерна друкуюча головка надає сповіщення про готовність

iv. Лазерна головка друку надає сповіщення Busy

3. Інтенсивність лазера

а. Інтенсивність лазера повинна контролюватися за допомогою простої команди

б. Лазер повинен бути вимкнений у разі помилки

3.2. Рішення та впровадження

Як тільки будуть встановлені вимоги та загальний план, може розпочатися розробка та впровадження. Наступні розділи будуть зосереджені на поясненні теорій та рішень, які використовуються для реалізації лазерної головки друку.

У попередньому розділі було зосереджено на поясненні того, що для того, щоб задовольнити вищезазначені вимоги та уникнути важких накладних витрат на розробку, було б ідеально створити нову структуру друкованої головки. Таким чином, цей проект стане вбудованим проектом типу системи, який буде включати як апаратне забезпечення, так і програмне забезпечення. Для того, щоб зрозуміти, як розробити прийнятну конструкцію лазерної друкувальної головки, це дуже важливо почати групувати загальні функціональні можливості в модулі. Зазвичай в об'єктно-орієнтованому програмуванні загальні функціональні можливості будуть згруповані в клас. Оскільки PIC18F26K22 програмується тільки на C, модулі будуть згруповані в модулі C. Модулі C подібні до класів, але мають загальний характер. Хоча C не є об'єктно-орієнтованою мовою, відомо, що він забезпечує більш високі результати роботи вбудованих систем. Щоб зберегти організований вихідний код, згруповані функціональні можливості будуть розміщені в їхніх власних модулях і будуть надані як заголовок, так і файл визначення.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		41

Ці зусилля спрямовані на те, щоб допомогти персональному коду читати людину і забезпечити легку модифікацію коду в майбутньому короткий підсумок наведені нижче для кожного модуля Main - ініціалізує мікроконтролер, починає нескінченний цикл роботи і встановлює будь-який апаратні компоненти.

- Обладнання (Реєстри) - Методи контролю стану апаратних компонентів
- Ресурси (Конфігурація) - список значень за замовчуванням
- Обробник повідомлень - методи для створення необхідних рядків
- Ctrl лазера - Методи розрахунку інтенсивності лазера, але не встановлюють його

Перераховані вище модулі здебільшого є очевидними, але відсутні три модуля. Для того, щоб правильно зрозуміти призначення модулів ШІМ, EUSART та кільцевого буфера, надається більш глибоке пояснення.

3.3. Архітектура (Розрахунки)

Найважливішим компонентом лазерної головки є маніпуляція кількістю світла, яке випромінює сам лазер. Багато методики здатні успішно підвищувати або знижувати кількість світла, випромінюваного будь-яким світлодіодом. Більшість методів, як правило, є апаратні рішення, тому що вони найпростіші для реалізації. Більшість апаратних рішень досягається шляхом додавання резистора або потенціометра послідовно перед світлодіодом. Це означає, що апаратні рішення мають тенденцію бути постійними, і якщо потрібно підвищити або зменшити випромінювання світла, то необхідна ручна взаємодія (тобто зміна резисторів або підвищення або зниження опору потенціометра). Оскільки апаратне рішення вимагає ручної взаємодії, це не є прийнятним рішенням для лазерної головки друку.

Завдяки більш глибокому дослідженню з'явилося ще одне рішення, яке називалося «модуляцією ширини імпульсу», широко відомої як PWM. ШІМ - це методика, призначена для обмеження кількості енергії, що подається на навантаження, аналогічну резистора або потенціометра. Ключ техніки ШІМ полягає в тому, щоб швидко переключатися між повністю і повністю вимкненими станами, тим самим дозволяючи можливість постачання лише відсотка від загальної доступної потужності [17]. У осцилоскопі це можна спостерігати як квадратну хвилю, де велика частина розглядається і низька частина вважається відключеною [17]. Високий або на зліля відомий як ширина імпульсу і може бути легко представлений рядом етапів. Це означає, що більш тривалі імпульси призведуть до більшої потужності, внаслідок чого буде досягнута коротша імпульсна ширина постачання менше енергії. Ширина імпульсу обмежується періодом ШІМ.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
						42
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Крім того, період ШІМ представляє загальний час, проведений в одному повному циклі. По суті, це поєднання загального часу, що витрачається як у стані увімкнення, так і у вимкненому стані. Кількість кроків у певний період відома як роздільна здатність ШІМ. Роздільна здатність є важливою, оскільки вона визначає рівень точності, що використовується для керування тривалістю імпульсу [17]. Нарешті, кількість поданої потужності зазвичай виражається у відсотках. Цей відсоток звичайно відомий як робочий цикл, і він являє собою частину часу на час відключення, де 0 відсотків повністю виключено, 100 відсотків повністю включено, а будь-який інший відсоток відповідає частці можливої максимальної потужності. 1.16 ілюструє, як PWM може використовуватися для маніпулювання потужністю, що подається на навантаження, тим самим контролюючи кількість світла, випромінюваного лазером.

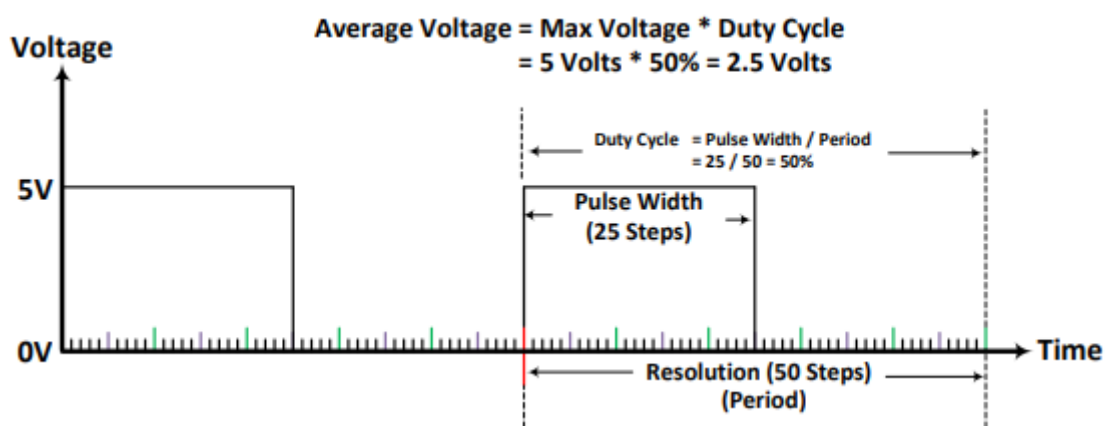


Рисунок 1.16. Розрахунок ШІМ

1.16 ілюструє зразок двох періодів, коли кожен період є однаковим. Періоди визначаються як 50 кроків, тобто 50 - це дозвіл цього періоду. Ширина імпульсу визначається як 25 кроків, що представляє кількість етапів, на які подається потужність. Знаючи, що робочий цикл є співвідношенням часу до вимкнення, легко розрахувати Duty Cycle до 50 відсотків. Це означає, що 5 вольт буде поставлятися протягом 50 відсотків часу для кожного циклу. Для розрахунку середньої напруги, що подається на навантаження, необхідно збільшити максимальну напругу і робочий цикл, що в цьому випадку призведе до 2.5V. Теоретично, очікуване середнє значення напруги за той же період часу має становити 2,5 вольт.

Зв'язок між Raspberry Pi і лазерною друкуючою головкою є ще однією важливою концепцією, яку слід дослідити завдяки охопленню декількох методів. Лазерна друкуюча головка буде використовувати модуль EUSART мікроконтролера, який, якщо він правильно налаштований, дозволить лазерній друкуючій головці приймати і передавати послідовні повідомлення.

Для того, щоб спроектувати правильний послідовний порт протоколу зв'язку, необхідно зрозуміти, можуть бути випадки, коли лазер друкуюча головка буде отримувати кілька послідовних команд, але вона буде занадто зайнята, щоб обробляти їх усі. Цей сценарій визначає перший необхідний метод, команди потрібно буферизувати. Залежно від конкретного середовища існує кілька методів, здатних правильно буферизувати дані. Мікроконтролер вводить деякі обмеження, такі як: він вимагає, щоб вихідний код писався мовою C, , і має значно невелику кількість оперативної пам'яті. Для того, щоб задовольнити обмеження мікроконтролера, метод буферизації повинен бути простим статичним буфером типу. Просте збереження техніки буферизації повинно уникати використання цінних процесорів для непотрібної обробки. Одним з методів буферизації, що часто зустрічається в різних проектах вбудованих систем, є буфер кільця.

Кільцевий буфер може інтерпретуватися як кільцева структура, показана на Фігурі 16, або як лінійна структура, . Обидві структури кільцевого буфера представляють одну і ту ж ідею і призначені для простої реалізації. У техніці кільцевого буфера головний індекс являє собою місце розташування, в якому має бути поставлений черговий отриманий елемент. Кожен раз, коли новий елемент ставиться в чергу в буфер, індекс головки перейде до наступного слота пам'яті і збільшить лічильник елементів буфера. Коли отримано новий елемент, але в буфері немає вільного місця, новий елемент буде скинутий, а лічильник елементів буфера залишиться незмінним. Індекс хвоста представляє розташування наступного доступного елемента. Наступний доступний елемент повинен бути отриманий тільки тоді, коли кількість елементів буфера більше нуля. Оскільки індекси головки і хвоста проходять через буфер, в кінцевому підсумку буфер буде перезаписаний, демонструючи, що буфер не потрібно очищати. За умови, що кільцевий буфер виділено з пристойним обсягом пам'яті і можливістю уникнути необхідності видаляти елементи з буфера, кільцевий буфер може бути потужним, швидким і неенергетичним техніки буферизації даних. Додатковий приклад можна знайти в Додатку D, який ілюструє, як команда буферизується за допомогою кільцевого буфера. . Лазерна головка буде використовувати архітектуру стилю. Лазерна друкуюча головка буде розроблена для ініціалізації та конфігурації мікроконтролера, дочекатися наступної команди, обробити команду і дочекатися наступної команди. Архітектура лазерної друкувальної головки вимагає повідомлення кожного разу, коли надходить нова інструкція. Повідомлення може бути досягнуто за допомогою мікроконтролера програмовані функції переривань. Через переривання лазерна друкуюча головка може стати прикладом демон, керованим ProtoMaker через доступні команди. Незважаючи на те, що більшість методів протоколу зв'язку лазерної друкувальної головки описані вище, важливий компонент все ще потребує обговорення.

					БР.171.061.008 ПЗ	Арк
						44
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Відсутній компонент — це здатність забезпечити стан лазерної головки. Надаючи інформацію про стан, може бути повідомлений, якщо команди успішно виконані, знати, чи є лазерна друкуюча головка доступною для обробки нової команди і знати, чи є помилка. Багато моделей дизайну здатні надання зворотного зв'язку та підтвердження вже існує. Хоча на етапі тестування цього проекту стало очевидним, що рішення на основі програмного забезпечення значно повільніші. Таким чином, було реалізовано альтернативне гібридне рішення. Гібридне рішення використовує програмне забезпечення для маніпулювання станом певного набору контактів на мікроконтролері. Таке рішення вимагає використання п'яти контактів, чотирьох контактів, сконфігурованих у вигляді вихідних контактів, і одного контакту, виконаного як вхідний контакт. Чотири вихідні шпильки будуть представляти світлодіод, зайнятий світлодіод, Готовий штифт, Висновок помилки і вхідний штифт представлятиме Збройний штифт. Світлодіод Armed загориться, вирішить, що лазерна головка повинна бути готовою до прийому команд. Світлодіод Busy (Зайнятий) буде встановлено, коли лазерна друкуюча головка обробляє інструкцію.

Обидва світлодіоди призначені для візуального забезпечення лазера друкованої головки. Ready Pin буде встановлено тільки, якщо лазерна головка готова до наступної команди, і в даний час немає помилок. PIN-код помилки буде встановлено лише у випадку помилки. Висновок помилки також вимкне лазер як функцію безпеки. Нарешті, встановлюватиметься вхідний шпильку зовнішнім джерелом (ProtoMaker), щоб сповістити лазерну друкуючу головку про те, що вона повинна готуватися до прийому команд. Під час етапу тестування було очевидно, що це гібридне рішення було значним поліпшенням продуктивності.

Методи, зображені в цьому розділі, були ключовими елементами, які дозволили реалізувати лазерну головку друку. У наступному розділі буде розглянуто та роз'яснено лазерну головку фактично реалізований дизайн.

3.4 Інженерні вимоги (Схема електрична принципова)

Лазерна друкуюча головка призначена для простої друкуючої головки, здатної виконувати необхідні завдання, необхідні для керування потужністю, що подається на лазерний діод, однак допускає можливу розширення в майбутньому. Мета розширюваної функції полягає в тому, щоб зробити структуру друкувальної головки різноманітною і забезпечити просту портативність для майбутніх конструкцій друкованих версій. Щоб зрозуміти друкуючу головку, необхідно зрозуміти тип апаратних засобів лазерної друкуючої головки буде включати.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		45

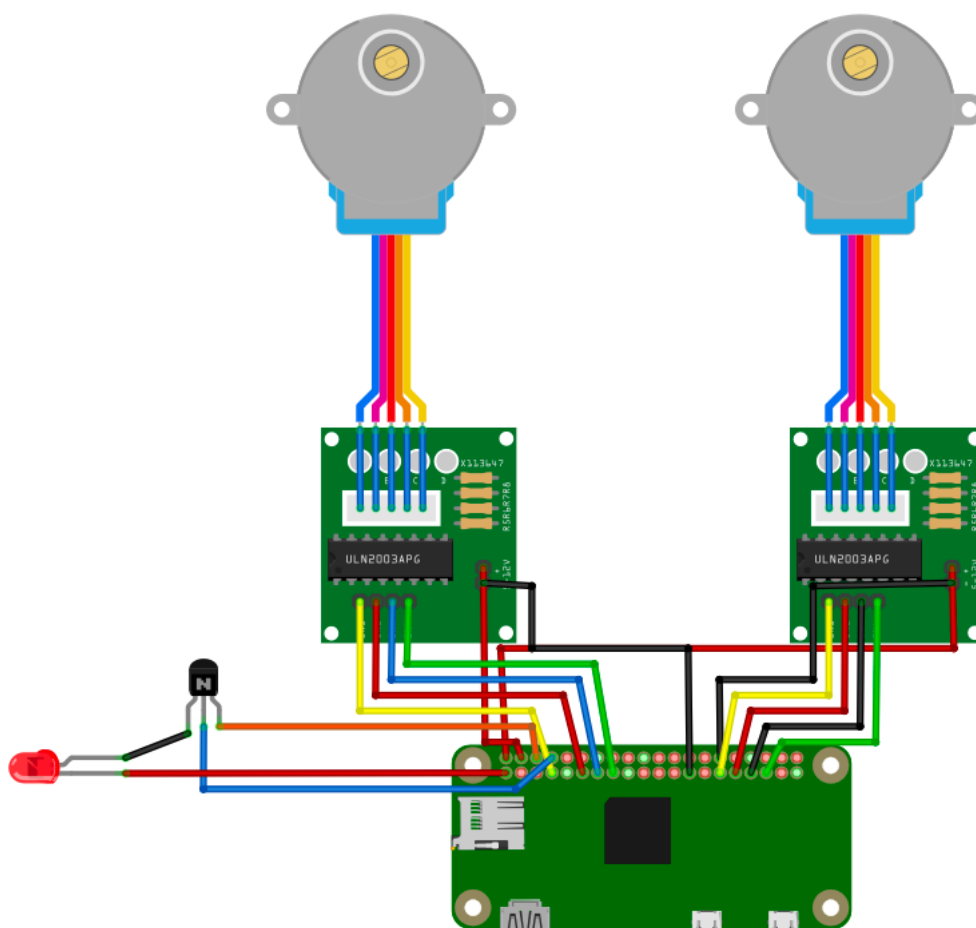


Рисунок 24. Схема лазерної головки

Схема на рисунку зображує сучасний апаратний дизайн лазерної друкувальної головки. Конструкція складається з шести основних компонентів: комп'ютера Raspberry Pi(PC), датчик кольору, крокові двигуни та драйвери до них, лазерна указка 405 нм, і комутаційний блок живлення. Кожен компонент був ретельно підібраний на основі ціни, пропонованих функцій, відгуків клієнтів та простоти заміни. Всі ці компоненти слугують певному призначенню для того, щоб забезпечити лазерну друкувальну головку фізичними можливостями, необхідними для задоволення вимог лазерної друкувальної головки. Конструкція лазерної головки використовує PIC18F26K22 (U1) як основний компонент. В основному це центральне управління друкувальної головки, яке виконує завдання налаштування і обробляє вхідні команди. Мікроконтролер може бути запрограмований тільки за допомогою відладчика / програміста PICkit3 (E1).

Це важлива частина обладнання, оскільки, якщо неправильно налаштована, пристрій може замикати певні внутрішні компоненти, може неправильно інтерпретувати мікроконтролер під час налагодження або може запрограмувати пошкоджене застосування в мікроконтролер. Таким чином, необхідно багато уваги при налаштуванні відладчика /. Щоб дозволити а ПК для зв'язку безпосередньо з мікроконтролером, ПК повинен мати роз'єм послідовного порту. В даний час, не багато комп'ютерів мають послідовний порт роз'єми, але це може бути легко включений з використанням USB в TTL Serial Converter (U3). Ця реалізація лазерної друкуючої головки включає тільки одне джерело живлення через комутаційний блок живлення (U4), який може подавати постійну 5 вольт з 3 ампер струму. Хоча мікроконтролеру в цій конструкції потрібно тільки приблизно 2 вольт і навіть не підсилювач струму, він був ідеальним для гнучкості конструкції, якщо майбутній дизайн вимагає більшої потужності в результаті використання потужного лазера. Нарешті, мікроконтролер не здатний безпосередньо подавати великі обсяги електроенергії безпосередньо зі своїх вихідних літер. Тепер, коли мікроконтролер видає ширину імпульсу буде сигналізовано, щоб забезпечити необхідну потужність і лазер буде в змозі включити без пошкодження будь-яких компонентів конструкції. Наступний розділ буде зосереджено на поясненні архітектури програмного забезпечення лазерної друкувальної головки

Можливості

Прототип лазерної друкувальної головки здатний забезпечити основні потреби, детально описані в розділі вимог. У цьому розділі описується ступінь здатності лазерної друкуючої головки. Це включає в себе використання, можливості та приклади видачі команд. Лазерна головка призначена для зручного користування. Для цього потрібно лише три кроки встановити контроль над лазерною друкуючою головкою, ініціювати зв'язок з послідовним портом, перемкнути PIN-код ARMED, а також контролювати PIN-код READY і PIN-код помилки. Коли лазерна друкуюча головка увімкнена, компонент UART автоматично ініціює та налаштує конфігурацію послідовного порту. Після того, як ініційована лазерна головка, клієнт (ProtoMaker) повинен встановити з'єднання з такими конфігураціями: 38400 Baud Rate, 8 бітів даних, No Parity і 1 Stop Bit. Наступним кроком є встановлення значення ARMED PIN на високий або низький. Увімкнення або вимикання PIN-коду ARMED між високим або низьким буде повідомляти лазерну головку, якщо лазер повинен бути активним чи ні.

					БР.171.061.008 ПЗ	Арк
						47
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

PIN-код READY призначений для того, щоб повідомити клієнта, якщо лазерна головка може отримати нову команду. Список доступних команд буде доступний у розділі нижче. PIN-код помилки призначений для сповіщення клієнта, якщо виникла помилка. Крім того, при виникненні помилки клієнт повинен вручну відновити повідомлення про помилку (за бажанням) і скинути PIN помилки. Якщо ці специфікації впроваджені, зв'язок з лазерною друкуючою головкою повинна бути легко встановлена і підтримуватися.

Особливості

Лазерна головка призначена для забезпечення базової функціональності, призначеної для допомоги ProtoMaker маніпулювати станом лазера через простий інтерфейс послідовного порту. Доступні. При роботі з командою, що включає цифри, завжди переконайтеся, що кожна цифра представлена 8 бітами (байтом). Наприклад, значення 512 буде представлено 3 байтами. Ця вимога була спрямована на те, щоб уникнути перетворення між шістнадцятковою та десятковою символами, полегшуючи налагодження та використання числових значень. Нарешті, щоб команда була оброблена лазерною друкуючою головкою, передана команда повинна бути завершена символом повернення каретки, незалежно від розміру байта. Повернення каретки є ключем, який повідомляє лазерну друкуючу головку про команду клієнта

завершено і розпочати обробку команди.

ОЦІНКА

Лазерна друкуюча головка має вбудовану систему з платформою ASIC. Це означає, що для точної оцінки лазерної друкуючої головки в цілому необхідно оцінити апаратне та програмне забезпечення. У наступному розділі буде описано цілі, процедури, стратегії та результати тестування. Стратегія тестування Основною метою процесу оцінки є підтвердження функціонування лазерної головки відповідно до зазначених вимог. Спочатку це не ідеально для тестування лазерної друкувальної головки як цілого пристрою, оскільки, якщо виникає проблема, важко буде проаналізувати та оцінити першопричину. Тому набагато ефективніше розділити процес оцінювання на менші процедури тестування. Першим кроком у правильному створенні процедур тестування є розуміння того, що вбудована система вимагає мінімум трьох основних категорій оцінки, включаючи тестування апаратного забезпечення, тестування програмного забезпечення та тестування сумісності. Ці процедури оцінки будуть перевірити, чи виконує лазерна головка правильну функціональність та поведінку, як це виражено у вимогах. Наступний крок полягає в перевірці функціональності лазерної головки в цілому.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
						48
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Для перевірки лазерної друкуючої головки необхідно забезпечити відповідність функціональних можливостей лазерної друкуючої головки потреби ProtoMaker. Проведення випробувань Після виготовлення робочого прототипу лазерної головки слід пройти низку процедур перевірки та оцінки. Ці процедури будуть оцінювати, чи є прототип а успіх або все ще потребуватиме поліпшення. Наступні розділи описують процес оцінювання.

3.5 Тестування обладнання

Першим етапом оцінки лазерної друкуючої головки є тестування апаратних засобів. У вбудованій системі, апаратні засоби можуть бути першопричиною непослідовних результатів, обмеженої функціональності апаратних засобів і несподівані поведінки. Найпростішим методом забезпечення функціональності апаратних засобів є проведення тесту безперервності. Тест безперервності легко виконується за допомогою цифрового мультиметра і призначений для перевірки того, що електричний сигнал протікає з одного місця в інше. Перевірка того, що безперервність на конструкції ASIC відповідає специфікації на схемі в наступний етап оцінки для вимірювання напруги, струму і температури кожного компонента для забезпечення компонентів виконаних у специфікації виробника. Цей тип тестування найкраще оцінюється, коли платформа ASIC не була запрограмована і залишається неактивною для того, щоб виміряти найменшу можливе значення. Забезпечення показань компонента в межах виробника. Рекомендовані вказівки забезпечують пошкодження компонентів через неправильне поводження.

Тестування взаємодії

Третім етапом оцінки лазерної друкуючої головки є тестування сумісності. У вбудовані системи, як апаратне, так і програмне забезпечення повинні співпрацювати для належної роботи з будь-якими зовнішніми пристроями. У тестуванні сумісності це співпраця і функціональність із зовнішніми пристроїв тестується. Для цього етапу оцінки тестування проводилося вручну, оскільки деякі Тестові випадки вимагали візуального аналізу і осцилографа для вимірювань. У цьому розділі лазер друкуюча головка була перевірена як цілий блок, аналогічний тестуванню на чорному ящику. Зв'язок послідовного порту перевіряється шляхом встановлення послідовного з'єднання з наступним конфігурація: 38400 Baud Rate, 8 бітів даних, без паритету і 1 стоп-біт через простий гіпер терміналу на ПК.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		49

Оскільки лазерна друкуюча головка завжди починається зі стану за замовчуванням, все, що потрібно для перевірки цього тестового випадку, є запит скидання реєстру та аналіз стан мікроконтролера. Внутрішній стан мікроконтролера можна перевірити за допомогою PICKit3 Відладчик (E1). Передані повідомлення лазерної головки будуть проаналізовані візуально через лазерної друкувальної головки. Оскільки конструкція ASIC лазерної друкуючої головки має індикатор на кожному GPIO, що стосується цього проекту, конфігурація апаратних засобів може бути перевірена шляхом забезпечення значень на дамپ реєстрів візуально збігаються з елементами світлодіодів апаратури. Крім того, лазерний діод може легко помінятися зі світлодіодним діодом для візуального аналізу інтенсивності, що спрацьовує PWM модуля.

Після проведення цих аналізів повинна бути однакова методологія тестування практикується для всіх команд, викладених в API, для підтримки постійності в межах результатів. Після того, як всі команди API пройшли тестування, завжди ідеально підходить для тестування на стрес систему, щоб побачити, як система виконуватиметься в несприятливих умовах. Найпростіший метод тесту на напругу лазерної головки, полягає в спробі переповнення буферів дзвінків Receive і Transmit, передаючи очікуване команд, несподіваних команд і випадкових символів (NULL, Unicode і т.д.) на високих швидкостях. Цей тип тесту допоможе забезпечити якість лазерних друкованих головок. Успішне завершення фази тестування функціональної сумісності гарантує, що ProtoMaker має загальний надійний продукт гарантування належної послідовної комунікації, перевіреного набору команд API та перевірки цього команди API активуватимуть правильні стани.

Висновки до розділу 3

Після завершення фази перевірки наступний крок полягає у перевірці лазерної друкуючої головки цілий блок і гарантувати, що функціональні можливості лазерної головки відповідають потребам . Викладено п'ять основних цілей з описом основних функціональних можливостей від лазерної головки друку. У цьому розділі пояснюються функції, які перевіряють кожен основну мету. Для того щоб керувати лазерною друкуючою головою, послідовний порт зв'язку з конкретним потрібна конфігурація. В даний час лазерна головка друку може встановити зв'язок послідовного порту за допомогою компонента UART. Він відповідає методології FIFO і відкине будь-які нові дані один раз внутрішній буфер прийому заповнений. Крім того, лазерна друкуюча головка реалізує гібрид схеми рукоятискування, щоб сповістити протоміка про його внутрішній стан (тобто помилку, готовність і зайнятість). Ці функціональні можливості були перевірені шляхом конфігурації лазерної головки в багатовимірному режимі надсилання набору послідовних команд, рознесених на десять мілісекунд, і аналіз результатів.

					БР.171.061.008 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		50

Оскільки команди надходять і обробляються лазерною друкуючою головкою, кожна відповідь буде посилятися на набір очікуваних команд, тим самим, перевіряючи лазерну друкуючу головку підтримує порядок FIFO. Коли нові команди починають перевантажувати буфер, лазерна головка буде сповістити протомікатора, що він не готовий до отримання нових команд. На цьому етапі результати повинні демонструвати команди були відкинуті лазерною друкуючою головкою, яка може бути очевидною за допомогою перехресної передачі набору команд до результатів і визначення, які команди відсутні. Якщо результати тестування є прийнятними, тоді зв'язок послідовного порту перевіряється опосередковано через Команди, надіслані, відповідали очікуваним результатам. Така поведінка перевіряє вимоги встановлення належного зв'язку послідовного порту. Далі, за допомогою методу ШІМ, рівень інтенсивності світла лазера може бути налаштований від 0 до 100 відсотків своєї максимальної потужності освітлення. Ці результати спостерігалися візуально і підтверджували Мета контролю кількості світла, випромінюваного лазером, з прийнятною роздільною здатністю між ними рівні освітленості. Тестуючи рівень освітленості на 0 відсотків і 100 відсотків, вимоги встановити лазер на повністю або повністю вимкнене стан буде задоволено. Встановивши лазер на підсвічуються на 100 відсотків, а перемикання на високий або низький буде перевіряти здатність дозволяють ProtoMaker контролювати включення або вимикання лазера. Така поведінка перевіряється і задовольняє основну мету - забезпечити можливість запуску або зупинки лазера

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
						51
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Розробка системи, яка автоматично фіксує зображення зображеної літери, і ці деталі перевірені за допомогою процесора Raspberry Pi Zero для аутентифікації. Ця система фіксує літеру нанесену чорним кольором і подальшу обробку для розпізнавання символів. Автоматизація є найчастіше викладеним терміном в галузі електроніки. В цьому дипломному проекті використовується бортовий комп'ютер, який зазвичай називають процесором Raspberry Pi. Він виступає як серце проекту. Цей бортовий комп'ютер може ефективно взаємодіяти з вихідними та вхідними модулями, які використовуються. Пристрій, який може виконувати завдання, є процесором Raspberry Pi. Коли будь-який символ стає помітним системі, зображення потрібної літери кожного разу фіксується за допомогою камери. Зображення деталей номерного знака подається як вхід до процесора Raspberry Pi2. Процесор бере на себе відповідальність, щоб перевірити деталі аутентифікації кожного ковзання і самоскида. Після того, як деталі розпізнаються, процесор працює, він виявляє несанкціоноване зображення номерного знака. Для виконання цього завдання процесор Raspberry Pi запрограмований з використанням вбудованого "Raspbian".

4.1. Створення системи розпізнавання рукописного тексту

Системи розпізнавання рукописних тексту в автономному режимі (HTR) транскрибують текст, що міститься в сканованих зображеннях, в цифровий текст, приклад наведений на рис. Оскільки вхідний шар (а отже, і всі інші шари) може бути невеликим для словотворчих образів, тренінг можливий. Ця реалізація - це мінімум, який необхідний для HTR за допомогою TF.

4.2 Огляд моделі

Система складається з згорткових NN (CNN) шарів, повторюваних NN (RNN) шарів і остаточного шару Connectionist Temporal Classification (CTC). На рис. 3 показаний огляд нашої системи HTR.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		52

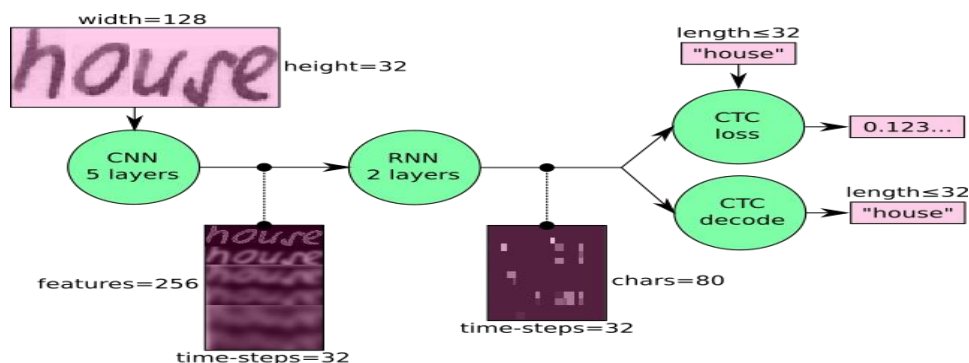


Рисунок 3. Огляд операцій NN (зелений) і потік даних через NN (рожевий)

Ми також можемо розглядати NN більш формально як функцію, яка відображає зображення (або матрицю) M розміру $W \times H$ до послідовності символів (c_1, c_2, \dots) з довжиною між 0 і L . Текст розпізнається на рівні символів, тому слова або тексти, що не містяться в навчальних даних, також можуть бути розпізнані (якщо окремі символи правильно класифікуються).

Операції

CNN: вхідне зображення подається в шари CNN. Ці шари навчаються витягувати відповідні функції з зображення. Кожен шар складається з трьох операцій. По-перше, операція згортки, яка застосовує ядро фільтра розміром 5×5 у перших двох шарах і 3×3 в останніх трьох шарах на вхід. Потім застосовується нелінійна функція RELU. Нарешті, шар об'єднання об'єднує області зображень і виводить зменшену версію вводу. У той час як висота зображення зменшується на 2 в кожному шарі, додаються карти (канали) об'єктів, так що карта виходу (або послідовність) має розмір 32×256 .

RNN: послідовність ознак містить 256 функцій за крок часу, RNN поширює відповідну інформацію через цю послідовність. Застосовується популярна довгострокова короткострокова пам'ять (LSTM), оскільки вона здатна поширювати інформацію на великі відстані і забезпечує більш надійну тренувальну характеристику, ніж ванільна RNN. Вихідна послідовність RNN відображається в матрицю розміром 32×80 . База даних IAM складається з 79 різних символів, ще один додатковий символ необхідний для операції CTC (CTC порожня мітка), тому існує 80 записів для кожного з 32-х тимчасових кроків.

CTC: під час навчання NN, CTC отримує вихідну матрицю RNN і текстову інформацію про істину, і обчислює значення втрат. При висновку КТК дається тільки матриця і вона розшифровує її в кінцевий текст. Обидва текстові істини і розпізнаний текст можуть мати не більше 32 символів.

Дані

Вхід: зображення сірого кольору розміром 128×32 . Зазвичай, зображення з набору даних не мають точно такого розміру, тому ми змінюємо його розмір (без спотворень), поки він не має ширину 128 або висоту 32. Потім ми копіюємо зображення в (біле) зображення розмір 128×32 . Цей процес показаний на рис. 3. Нарешті, ми нормалізуємо значення сірого зображення, що спрощує завдання для NN. Збільшення даних можна легко інтегрувати, скопіювавши зображення на випадкові позиції, замість вирівнювання його ліворуч або випадкового зміни розміру зображення.

Вихід CNN: на рис. 6 показаний вихід шарів CNN, який є послідовністю довжиною . Кожен запис містить 256 ознак. Звичайно, ці особливості додатково обробляються шарами RNN, однак деякі функції вже демонструють високу кореляцію з деякими властивостями високого рівня вхідного зображення: є особливості, які мають високу кореляцію з символами (наприклад, "e"), або з повторюваними символами (наприклад, "tt"), або з властивостями символів, такими як петлі (які містяться в рукописному "l" або "e").

Вихід RNN: на рис. 7 показана візуалізація вихідної матриці RNN для зображення, що містить текст «little». Матриця, показана на верхньому графіку, містить бали для символів, включаючи порожню етикетку CTC як її останню (80-у) запис. Інші записи матриці, зверху вниз, відповідають таким символам: ("!" # & '() * +, -. / 0123456789:;? ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz".)

Можна бачити, що більшу частину часу символи передбачаються точно в тому місці, де вони з'являються на зображенні (наприклад, порівнюють положення «i» на зображенні і на графіку). Лише останній символ “e” не вирівняно. Але це нормально, тому що операція CTC не має сегментації і не дбає про абсолютні позиції. З найнижчого графіка, що показує бали для символів "l", "i", "t", "e" і порожня етикетка CTC, текст легко розшифровується: ми просто приймаємо найбільш вірогідний символ з кожного разу -Step, це утворює так званий кращий шлях, потім ми викидаємо повторювані символи і, нарешті, всі пропуски: “l --- ii - tt - l... -e” → “l --- i - tt - l- ... -e »→« little ».

Реалізація складається з 4 модулів:

SamplePreprocessor.py: готує зображення з набору даних IAM для NN

DataLoader.py: читає зразки, поміщає їх у пакети і надає інтерфейс-ітератор для перегляду даних

Model.py: створює модель, як описано вище, завантажує і зберігає моделі, керує сеансами TF і надає інтерфейс для навчання і висновків

main.py: об'єднує всі раніше згадані модулі

Ми розглядаємо лише Model.py, оскільки інші вихідні файли стосуються базового файлу IO (DataLoader.py) та обробки зображень (SamplePreprocessor.py).

	CNN				БР.171.061.008 ПЗ	Алк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		54

Для кожного рівня CNN створить ядро розміром $k \times k$, яке буде

```
1 kernel = tf.Variable(tf.truncated_normal([k, k, chIn, chOut], stddev=0.1))
2 conv = tf.nn.conv2d(inputTensor, kernel, padding='SAME', strides=(1, 1, 1, 1))
```

використовуватися в операції згортки.

Потім подають результат згортки в операцію RELU, а потім знову в шар об'єднання з розміром $p_x \times p_y$ і розміром кроку $s_x \times s_y$.

```
1 relu = tf.nn.relu(conv)
2 pool = tf.nn.max_pool(relu, [1, p_x, p_y, 1], [1, s_x, s_y, 1], 'VALID')
```

Ці кроки повторюються для всіх шарів у форматі for-loop.

Для розрахунку втрат, ми подаємо як основний текст правдивості, так і матрицю в операцію. Текст основної істини закодований як розріджений тензор. Довжина вхідних послідовностей повинна бути передана для обох операцій CTC.

Довжина вхідних послідовностей повинна бути передана для обох операцій

```
1 gtTexts = tf.SparseTensor(tf.placeholder(tf.int64, shape=[None, 2]), tf.placeholder(tf.int32, [None])
2 seqLen = tf.placeholder(tf.int32, [None])
```

СТС.

Тепер у нас є всі вхідні дані для створення операції втрат і операції декодування.

```
1 loss = tf.nn.ctc_loss(labels=gtTexts, inputs=inputTensor, sequence_length=seqLen, ctc_merge_repeated
2 decoder = tf.nn.ctc_greedy_decoder(inputs=inputTensor, sequence_length=seqLen)
```

Навчання

Середнє значення втрат елементів пакета використовується для навчання NN: він подається в оптимізатор, такий як RMSProp.

```
1 optimizer = tf.train.RMSPropOptimizer(0.001).minimize(loss)
```

Якщо необхідно, щоб комп'ютер розпізнавав текст, нейронні мережі (NN) є гарним вибором, оскільки вони перевершують всі інші підходи на даний момент. NN для таких випадків використання зазвичай складається з згорткових шарів (CNN) для вилучення послідовності ознак і повторюваних шарів (RNN) для поширення інформації через цю послідовність. Він виводить символічні бали для кожного елемента послідовності, який просто представляється матрицею. Тепер є дві речі, які ми хочемо зробити з цією матрицею:

poїzd: розрахуйте величину втрати для навчання NN

infer: декодування матриці для отримання тексту, що міститься у вхідному зображенні

					БР.171.061.008 ПЗ	Анк
Змн.	Анк.	№ докum.	Підпис	Дата		55

Використання СТС

Можна, звичайно, створити набір даних з зображеннями текстових рядків, а потім вказати для кожної горизонтальної позиції зображення відповідний символ, як показано на рис. оцінка для кожного горизонтального положення. Однак існує дві проблеми :

4.4 Кодування тексту

Це вирішується шляхом введення псевдо-символу. Цей спеціальний символ буде позначено як "-" у наступному тексті. Ми використовуємо розумну схему кодування для вирішення проблеми дублювання символів: при кодуванні тексту ми можемо вставити довільну кількість пропусків у будь-яку позицію, яка буде видалена під час її декодування. Однак, ми повинні вставити пробіл між дубльованими символами, як у "he II o". Далі, ми можемо повторювати кожного персонажа так часто, як хочемо.

приклади:

"То" → "--- ttttttooo", або "-to-", або "to"

"Занадто" → "--- ttttto-o", або "-oo", або "to-o", але **не** "занадто"

Ця схема також дозволяє нам легко створювати різні вирівнювання одного і того ж тексту, наприклад, "до" і "занадто" і "-то", які представляють один і той же текст ("до"), але з різними вирівнюваннями до зображення . NN навчається виводити закодований текст (кодований у вихідній матриці NN).

4.5 Розрахунок втрат

Потрібно обчислити значення втрат для заданих пар зображень і тексти GT для підготовки NN. Ви вже знаєте, що NN виводить матрицю, що містить оцінку для кожного символу на кожному кроці часу.

Втрати обчислюються шляхом підсумовування всіх балів всіх можливих вирівнювань тексту GT, таким чином, не має значення, де з'являється текст на зображенні.

Оцінка за одним вирівнюванням (або **шляхом**, як це часто називають у літературі) обчислюється шляхом множення відповідних символьних балів разом. У наведеному вище прикладі оцінка для шляху "aa" дорівнює $0,4 \cdot 0,4 = 0,16$, тоді як вона становить $0,4 \cdot 0,6 = 0,24$ для «a-» і $0,6 \cdot 0,4 = 0,24$ для «-a». Щоб отримати оцінку для даного тексту GT, підсумовуємо бали всіх шляхів, що відповідають цьому тексту.

					БР.171.061.008 ПЗ	Алк
Змн.	Алк.	№ докum.	Підпис	Дата		56

Припустимо, що у прикладі текст GT є "a": ми повинні обчислити всі можливі шляхи довжини 2 (тому що матриця має 2 кроки часу), які є: "aa", "a-" і "-a". Ми вже розраховували бали за цими шляхами, тому потрібно просто підсумувати їх і отримати $0,4 \cdot 0,4 + 0,4 \cdot 0,6 + 0,6 \cdot 0,4 = 0,64$. Якщо передбачається, що текст GT буде "", то ми бачимо, що є тільки один відповідний шлях, а саме "-", що дає загальний бал $0,6 \cdot 0,6 = 0,36$.

Якщо ви уважно подивилися, ви побачили, що ми розраховували ймовірність тексту GT, але не втрати. Однак втрата просто є негативним логарифмом ймовірності. Значення втрат поширюється назад через NN, і параметри NN оновлюються відповідно до використовуваного оптимізатора, про який я більше не буду обговорювати тут.

Декодування

Коли у нас є навчений NN, ми зазвичай хочемо використовувати його для розпізнавання тексту в раніше невидимих зображеннях. Або в більш технічному плані: ми хочемо розрахувати найбільш вірогідний текст з урахуванням вихідної матриці NN. Ви вже знаєте метод для обчислення оцінки даного тексту. Але цього разу нам не дано жодного тексту, адже саме цей текст ми шукаємо. Спроба кожного можливого тексту працюватиме, якщо є лише кілька кроків часу та символів, але для практичних випадків використання це неможливо.

Простий і дуже швидкий алгоритм - це найкращий шлях декодування, який складається з двох кроків:

він обчислює найкращий шлях, беручи найбільш імовірний символ за крок часу.

він скасовує кодування, спочатку видаляючи дублікати символів, а потім видаляючи всі пробіли з шляху. Те, що залишається, являє собою розпізнаний текст.

Приклад показаний на рис. 4. Символи - це "a", "b" та "-" (порожній). Є 5 кроків часу. Давайте застосуємо наш найкращий декодер шляху до цієї матриці: найбільш імовірним характером t_0 є "a", те ж саме відноситься до t_1 і t_2 . Порожній символ має найвищий бал у t_3 . Нарешті, "b", швидше за все, при t_4 . Це дає нам шлях "aaa-b". Ми видаляємо дубльовані символи, це дає "ab", а потім вилучаємо будь-який порожній з решти шляху, який дає нам текст "ab", який ми виводимо як розпізнаний текст.

4.6 Типова класифікація підключень: маркування даних несеgmentованої послідовності з рекуррентними нейронними мережами

Багато завдань навчання в реальній послідовності вимагають передбачення послідовностей міток із зашумлених, несеgmentованих вхідних даних. У розпізнаванні мови, наприклад, акустичні

Сигнал транскрибується в слова або підрозділи. Періодичні нейронні мережі (RNN) є потужними учасниками послідовності, які, здається, добре підходять для таких завдань. Однак, оскільки вони потребують попередньо сегментованих навчальних даних, і постобробки для перетворення їх виходів на послідовності міток, їхня застосовність досі була обмежена. Ця стаття представляє новий метод для підготовки RNNs для безпосереднього маркування несеgmentованих послідовностей, тим самим вирішуючи обидві проблеми. Експеримент з мовного корпусу TIMIT демонструє його переваги перед базовим HMM і гібридним HMM-RNN. Позначення несеgmentованих даних про послідовність є повсюдною проблемою в навчанні послідовності в реальному світі. Це особливо часто зустрічається в перцептивних завданнях (наприклад, розпізнавання рукописного тексту, розпізнавання мови, розпізнавання жестів), де шумні потоки реального значення ануються рядками дискретних міток, наприклад, літер або слів. В даний час графічні моделі, такі як приховані марковські моделі (HMM; Rabiner, 1989), умовні випадкові поля (CRF; Lafferty et al., 2001) і їхні варіанти, є переважною основою для маркування послідовностей. Хоча ці підходи виявилися успішними для багатьох проблем, вони мають кілька недоліків:

(1) вони зазвичай вимагають значного обсягу завдання конкретні знання, напр. для розробки державних моделей для HMMs, або вибирати функції введення для CRF;

(2) вони вимагають явних (і часто сумнівних) припущень про залежність, щоб зробити висновок прийнятним, наприклад, припущення про незалежність спостережень HMMs;

(3) для стандартних HMMs, навчання є генеративним, хоча маркування послідовності є дискримінаційним.

Рекуррентні нейронні мережі (RNN), з іншого боку, не вимагають попереднього знання даних, поза межами вибір вхідного і вихідного подання. Вони можуть підготуватися дискримінаційно, і їх внутрішній стан забезпечує потужний, загальний механізм моделювання часові ряди. Крім того, вони прагнуть бути надійними тимчасовий і просторовий шум. Однак поки що неможливо було безпосередньо застосувати RNNs до маркування послідовностей. Проблема полягає в тому, що стандартні нейронні мережі цільових функцій визначаються окремо для кожної точки навчальної послідовності; інакше кажучи, RNNs можуть бути навчені тільки зробити серію незалежних класифікацій етикетки.

					БР.171.061.008 ПЗ	Алк
Змн.	Алк.	№ докum.	Підпис	Дата		58

Це означає, що тренувальні дані повинні бути попередньо сегментовані і що мережеві виходи повинні бути оброблені після завершення, щоб дати кінцеву послідовність міток. В даний час найбільш ефективно використання RNNs для маркування послідовностей полягає в об'єднанні їх з HMMs в так званий гібридний підхід (Bourlard & Morgan, 1994; Bengio., 1999). Гібридні системи використовують моделі HMM дальній послідовної структури даних і нейронних мереж для забезпечення локалізованих класифікацій. Компонент HMM здатний автоматично сегментувати послідовність під час навчання і перетворити мережні класифікації в послідовності міток. Однак, як і успадкування вищезгаданих недоліків HMM, гібридні системи не використовують повний потенціал RNN для моделювання послідовностей. Ця стаття представляє новий спосіб маркування даних про послідовності за допомогою RNN, що усуває необхідність у попередніх даних підготовки та пост-оброблених виходів, а також моделює всі аспекти послідовності в межах однієї архітектури мережі. Основна ідея полягає в інтерпретації мережевих виходів як розподілу ймовірностей по всіх можливих послідовностей міток, обумовлених заданою вхідною послідовністю. З урахуванням цього розподілу можна вивести цільову функцію, яка безпосередньо максимізує ймовірності правильних міток. Оскільки цільова функція є диференційованою, мережа може бути підготовлена за допомогою стандартного зворотного розповсюдження у часі (Werbos, 1990). Далі ми посилаємося на завдання маркування несегментованих послідовностей даних як часової класифікації (Kadous, 2002), а також до використання RNNs для цієї мети як тимчасової класифікації (СТС). На відміну від цього, ми посилаємося на незалежне маркування кожен крок часу або кадр вхідної послідовності як класифікація на кадру.

4.7 Часова класифікація

Нехай S є набором навчальних прикладів, намальованих з фіксованого розподілу. Вхідний простір $X = (R^m)^T$ - множина всіх послідовностей m -мірних дійсних значущих векторів. Цільовий простір $Z = L^U$ є множиною всіх послідовностей над (кінцевим) алфавітом L міток. Загалом, ми називаємо елементи L^U як послідовності міток або мітки. Кожен приклад в S складається з пари послідовностей (x, z) . Цільова послідовність $z = (z_1, z_2, \dots, z_U)$ не перевищує вхідної послідовності $x = (x_1, x_2, \dots, x_T)$, тобто $U \leq T$. вхідні та цільові послідовності зазвичай не однакові довжини, не існує апіорного способу їх узгодження.

Мета полягає в тому, щоб використовувати S для підготовки часового класифікатора $h: X \rightarrow Z$, щоб класифікувати раніше невидимі вхідні послідовності таким чином, щоб мінімізувати деяку міру специфічних для завдання задачі.

Частота помилок мітки

У даній роботі нас цікавить наступна помилка

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		59

Вимірювання: з урахуванням тестового набору непересічного з S , визначають коефіцієнт помилки мітки часового класифікатора h як нормалізовану відстань редагування між його класифікаціями і цілями тобто :

$$\text{ППП}(h, S') = \frac{1}{2} \sum_{(x,z) \in S'} ED(h(x)) \quad (1)$$

де Z - загальна кількість цільових міток в S , $ED(p, q)$ - відстань редагування між двома послідовностями p і q - тобто мінімальна кількість вставок, замін і делецій, необхідних для зміни p в q . Це природний захід для виконання завдань (наприклад, мови або розпізнавання рукописного тексту), де метою є мінімізація швидкості помилок транскрипції.

З'єднання тимчасової класифікації

Цей розділ описує вихідне представлення, яке дозволяє використовувати для СТС повторювану нейронну мережу. Найважливішим кроком є перетворення мережових виходів у розподіл умовної ймовірності над послідовностями міток. Після цього мережу можна використовувати класифікатор, вибравши найбільш ймовірне маркування для заданої вхідної послідовності.

Від мережових вихідних даних до міток

Мережа СТС має вихідний шар softmax (Bridle, 1990) з ще однією одиницею, ніж є мітки в L . Активації першого $|L|$ одиниці інтерпретуються як ймовірності спостереження за відповідними мітками в певні моменти часу. Активація додаткової одиниці - це ймовірність спостереження за "порожнім" місцем або без позначки. Разом ці вихідні дані визначають ймовірності всіх можливих способів вирівнювання всіх можливих послідовностей міток з вхідною послідовністю. Повна ймовірність будь-якої однієї послідовності міток може бути знайдена шляхом підсумовування ймовірностей різних її вирівнювань. Більш формально для вхідної послідовності x довжини T визначають рекурентну нейронну мережу з m входами, n виходів і ваговим вектором w як безперервну карту $Nw: (R^m)^T \rightarrow (R^n)^T$. Let $y = Nw(x)$ бути послідовністю мережові виходи, і позначимо $(y_t)_k$ активацію вихідний блок k в момент часу t . Тоді інтерпретується як ймовірність спостереження за міткою k в момент часу t , який визначає розподіл по множині довжини T послідовностей :

$$p(\pi/x) = \prod_{t=1}^T y_{\pi_t}^t, \forall \pi \in L^T \quad (2)$$

Рисунок 14.Мережі кадру та СТС класифікують мовний сигнал. Зафарбовані лінії є активацією виходу, що відповідає ймовірностям спостереження фонем у певний час.

					БР.171.061.008 ПЗ	Анк
Змн.	Анк.	№ докum.	Підпис	Дата		60

Мережа КТК прогнозує тільки послідовність фонем (як правило, серію шипів, розділених «пропусками», або нульовими прогнозами), тоді як мережа кадрів поєднує їх з ручним сегментацією (вертикальні лінії). Мережа кадрів отримує помилку для вирівнювання меж сегментів, навіть якщо він передбачає правильну фонему (наприклад, "dh"). Коли одна фонема завжди поруч з іншим (наприклад, закриття "dcl" із зупинкою "d"), СТС прагне передбачити їх разом у подвійному шипі. Вибір маркування може бути прочитаний безпосередньо з СТС виходів (слідувати за спайками), тоді як передбачення Кадрову мережу необхідно перед початком обробки.

Відтепер ми посилаємося на елементи як шляхи, і позначимо їх π . Неявним в (2) є припущення, що мережеві виходи в різний час умовно незалежні, враховуючи внутрішній стан мережі. Це забезпечується тим, що не потрібно існувати жодних з'єднань зворотного зв'язку від вихідного шару до самого себе або до мережі. Наступним кроком є визначення карти $V: (L \cup T \rightarrow L \cup T)$, де $L \cup T$ - набір можливих міток (тобто набір послідовностей довжиною, меншою або рівною T над первинною міткою L). Ми робимо це, просто видаливши всі пропуски і повторювані мітки з шляхів s (e.g. $V(a - ab-) = V(-aa - -abb) = aab$). Інтуїтивно це відповідає виведенню нової мітки, коли мережа перемикається з передбачення відсутності мітки до передбачення етикетки, або від передбачення однієї мітки іншому (наприклад, виходи СТС на фіг.1). Нарешті, ми використовуємо V для визначення умовної ймовірності заданої мітки ($l \in L \cup T$) як суми ймовірностей всіх відповідних їй шляхів:

$$p(l/x) = \sum_{\pi \in \beta^{-1}(l)} p(\pi/x) \quad (3)$$

Побудова класифікатора

Враховуючи вищенаведене формулювання, вихід класифікатора повинен бути найбільш вірогідним маркуванням для вхідної послідовності. Використовуючи термінологію НММ, ми називаємо завдання знайти це маркування як декодування. На жаль, ми не знаємо загального алгоритму декодування для нашої системи. Проте два наближені методи дають хороші результати на практиці. Перший метод (найкраще декодування шляху) базується на припущенні, що найбільш ймовірний шлях буде відповідати найбільш ймовірному маркуванню:

$$h(x) \approx \beta(\pi'), \text{де } \pi' = \arg \max_{\pi \in N^t} p(\pi/x) \quad (4)$$

Рисунок 15. Префікс пошуку декодування на етикетці алфавіту X, Y . Кожен вузол закінчується ("e") або розширює префікс на батьківському вузлі. Число над розширювальним вузлом - це загальна ймовірність всіх міток, що починаються з цього префікса. Число над кінцевим вузлом - це ймовірність того, що окреме маркування закінчується на його батьківському. При кожній ітерації досліджуються розширення найбільш ймовірного залишкового префікса.

Пошук закінчується, коли одне маркування (тут "ХУ") є більш вірогідним, ніж будь-який залишився префікс.

Найкращий шлях декодування тривіальний для обчислення, оскільки π - це лише об'єднання найбільш активних виходів на кожному кроці часу. Однак не гарантовано знайти найбільш вірогідне маркування. Другий метод (дешифрування пошуку за префіксом) спирається на те, що, модифікуючи алгоритм прямого зворотного зв'язку розділу 4.1, можна ефективно обчислити ймовірності послідовних розширень префіксів маркування (фіг.2). Враховуючи достатній час, декодування префікса пошуку завжди знаходить найбільш ймовірне маркування. Однак максимальна кількість префіксів, які вона повинна розширювати, зростає в геометричній прогресії з вхідною довжиною послідовності. Якщо вихідний розподіл достатньо високого рівня навколо режиму, він все одно закінчиться в розумний час. Для експерименту в цій роботі, однак, необхідна подальша евристика, щоб зробити її застосування здійсненним. Зауваживши, що виходи підготовленої мережі КТК мають тенденцію до утворення ряду спайків, розділених сильно передбаченими пробілами (рис. 1), ми ділимо вихідну послідовність на секції, які дуже ймовірно почнуться і закінчаться порожнім. Ми робимо це, вибираючи граничні точки, де ймовірність спостереження за порожньою міткою перевищує певний поріг. Потім ми розраховуємо найбільш ймовірне маркування для кожної секції окремо і об'єднуємо їх для отримання остаточної класифікації. На практиці пошук префікса добре працює з цією евристичною функцією і, як правило, перевершує найкращий шлях декодування. Проте в деяких випадках він не працює, наприклад, якщо однакова мітка передбачена слабо з обох сторін межі розділу.

Навчання мережі

До цих пір ми описали вихідне уявлення, що дозволяє використовувати RNN для СТС. Тепер ми отримуємо цільову функцію для навчання мереж СТС з градієнтним спуском. Цільова функція впливає з принципу максимальної правдоподібності. Тобто мінімізація її максимізує ймовірності журналу цільових міток. Зауважимо, що це той же принцип, що лежить в основі стандартної нейронної мережі цільових функцій (Bishop, 1995). Враховуючи цільову функцію, і її похідні відносно мережевих виходів, вагові градієнти можуть бути обчислені за допомогою стандартного зворотного поширення через час. Потім мережу можна навчати будь-яким алгоритмом оптимізації на базі градієнта, який в даний час використовується для нейронних мереж (LeCun et al., 1998; Schraudolph, 2002). Почнемо з алгоритму, необхідного для функції максимального правдоподібності.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		62

4.8 Алгоритм прямого зворотнього зв'язку

Ми вимагаємо ефективного способу обчислення умовних ймовірностей $p(l|x)$ окремих міток. На перший погляд (3) впливає, що це буде проблематично: сума по всіх шляхах, що відповідають даному маркуванню, і взагалі їх дуже багато. На щастя, цю проблему можна вирішити за допомогою алгоритму динамічного програмування, подібного алгоритму вперед-назад для НММ (Rabiner, 1989).

Ключовою ідеєю є те, що сума за шляхами, що відповідають маркуванню, може бути розбита на ітераційну суму по шляхах, що відповідають префіксам цього маркування. Потім ітерації можна ефективно обчислювати з рекурсивними перемінними вперед і назад.

Для деякої послідовності q довжини r позначимо $q_1: p$ і $q_r - p$: r - перший і останній p символи відповідно. Потім для маркування l , визначте пряму змінну $\alpha_t(s)$ до загальної ймовірності $l_1: s$ в момент часу t . тобто:

$$\alpha_t(s) = \sum_{\pi \in N^T} \prod_{t=1}^t y_{\pi_t}^t \quad (5)$$

Як ми побачимо, $\alpha_t(s)$ можна обчислити рекурсивно $\alpha_{t-1}(s)$ та $\alpha_{t-1}(s-1)$. Щоб дозволити пробіли у вихідних контурах, розглянемо модифіковану послідовність міток (l), з пропусками, доданими до початку і кінця і вставленими між кожною парою міток. Тому довжина $(l = 0) \ 2 \mid l \mid + 1$. При обчисленні ймовірностей префіксів ($l = 0$) ми допускаємо всі переходи між порожніми та не пустими мітками, а також ті, що знаходяться між будь-якою парою різних непорожніх міток. Ми дозволяємо всім префіксам починати з порожнього (b) або першого символу в l (l_1). Це дає нам наступні правила для ініціалізації

$$\begin{aligned} \alpha_1(1) &= y_b^1 \\ \alpha_1(2) &= y_{l_1}^1 \\ \alpha_1(s) &= 0 \forall s > 2 \\ \text{recursion} \\ \alpha_t(s) &= \begin{cases} \alpha_t(s) y_1^t \\ \alpha_t(s) + \alpha_{t-1}(s-2) \end{cases} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} &\text{де} \\ \alpha_t(s) &= \alpha_{t-1}(s) = \alpha_{t-1}(s-1) \end{aligned} \quad (7)$$

Рисунок 16. ілюструє зворотний алгоритм, який застосовується до маркування "CAT". Чорні кола представляють етикетки, а білі кружки являють собою заготовки.

Стрілки означають дозволені переходи. Форвардні змінні оновлюються у напрямку стрілок, а зворотні змінні оновлюються проти них.

$$p(L/x) = \alpha_T(L) = \alpha_T(L - 1) \quad (8)$$

Аналогічно, зворотні змінні $\beta_t(s)$ визначаються як загальна ймовірність $ls: |l|$ в момент часу t

$$\beta_t(s) = \sum_{\pi \in N^T} \prod_{t'=t}^T y_{\pi_{t'}}^t \quad (9)$$

$$\beta_t(s) = \begin{cases} \beta_t(s) y_{l_s}^t \\ \beta_t(s) + \beta_{t+1}(s+2) y_{l_s}^t \end{cases} \quad (10)$$

$$\text{де} \quad \beta_t(s) = \beta_{t+1}(s) + \beta_{t+1}(s+1) \quad (11)$$

Максимальне навчання ймовірності

Метою навчання з максимальною ймовірністю є одночасно максимізувати ймовірності журналу всіх правильних класифікацій у навчальному наборі. У нашому випадку це означає мінімізацію наступної цільової функції

$$O^{ML}(S, N_w) = - \sum_{(x,z) \in S} \ln(p(2/x)) \quad (12)$$

Щоб навчити мережу градієнтним спуском, необхідно диференціювати (12) по відношенню до мережових виходів. Оскільки навчальні приклади є незалежними, ми можемо розглядати їх як сепаратори.

$$\frac{\partial O^{ML}(\{(x,z)\}, N_w)}{\partial y_k^t} = \frac{\partial \ln(p(2/x))}{\partial y_k^t} \quad (13)$$

Тепер ми покажемо, як алгоритм розділу 4.1 може бути використаний для обчислення (13). Ключовим моментом є те, що для маркування l добуток прямих і зворотних змінних при заданому s і t є ймовірністю всіх шляхів, відповідних l які проходять через символ s в момент часу t .

$$\alpha_t(s) \beta_t(s) = \sum_{\pi \in \beta^{-1} \pi_t = 1_s} y_{l_s}^t \prod_{t=1}^T y_{\pi_t}^t \quad (14)$$

Перестановка і підстановка з (2) гiv

					БР.171.061.008 ПЗ	Анк
Змн.	Адж.	№ докum.	Підпис	Дата		64

$$\frac{\alpha_t(s)\beta_t(s)}{y_{l_s}^t} = \sum_{\pi \in \beta^{-1}(1)} p(\pi/x) \quad (15)$$

$$p(l \vee x) = \sum_{s=1}^l \frac{\alpha_t(s)\beta_t(s)}{y_{l_s}^t} \quad (16)$$

Зауваживши, що однакова мітка (або порожня) може бути повторюється кілька разів для однієї мітки l , ми визначають набір позицій, де мітка k відбувається як $lab(l, k) = \{s : l \text{ 0 } s = k\}$, які можуть бути порожніми. Потім ми диференціюємо (14), щоб отримати:

$$\frac{\partial p(l \vee x)}{\partial y_k^t} = \frac{1}{y_k^t} \sum_{s \in lab(l,k)} \alpha_t(s)\beta_t(s) \quad 17$$

$$\frac{\partial \ln(l \vee x)}{\partial y_k^t} = \frac{1}{p(l \vee x)} \frac{\partial p(l \vee x)}{\partial y_k^t} \quad 18$$

Якщо використовується масштабування розділу 4.1, ми маємо:

$$\frac{\partial O^{ML}(\{(x, 2)\}, N_w)}{\partial u_k^t} = y_k^t - \frac{1}{y_k^t z_t} \sum_{s \in lab(z,k)} \alpha_t(s)\beta_t(s) \quad (17)$$

$$z_t = \sum_{s=1}^{(1)} \frac{\alpha_t(s)\beta_t(s)}{y_{l_s}^t} \quad (18)$$

є «сигналом помилки», отриманим мережею під час тренування (рис. 4).

Експерименти

Ми порівнювали продуктивність КТК з такою як НММ, так і гібридом НММ-RNN на задачу часової класифікації realworld: фонетичне маркування на мовному корпусі ТІМІТ. Точніше кажучи, завдання полягало в тому, щоб коментувати висловлювання в тестовому наборі ТІМІТ з послідовностями фонеми, що давали найнижчий показник помилки мітки .

Щоб зробити порівняння чесним, CTC і гібридні мережі використовували ту ж архітектуру RNN: двостороння довгострокова короткочасна пам'ять (BLSTM; Graves & Schmidhuber, 2005). BLSTM поєднує в собі здатність Long Short-Term Memory (LSTM; Hochreiter & Schmidhuber, 1997) домогтися довгих лагів часу з доступом двонаправлених RNN (BRNNs; Schuster & Paliwal, 1997) до минулого і майбутнього контексту. Ми підкреслюємо, що будь-яку іншу архітектуру можна було б використовувати замість цього. Ми вибрали BLSTM, тому що наші експерименти зі стандартними BRNN та односпрямованими мережами давали гірші результати щодо одного і того ж завдання.

Рисунок 17. Еволюція сигналу про помилку CTC під час навчання. Лівий стовпець показує активації виводу для тієї ж послідовності на різних етапах навчання (пунктирна лінія - «порожній» блок; у правому стовпці відповідні сигнали помилок. Помилки над горизонтальною віссю впливають на збільшення відповідної активації виходу і ті, що нижче, діють, щоб зменшити її. (a) Спочатку мережа має малі випадкові ваги, і похибка визначається тільки цільовою послідовністю. (b) Мережа починає робити передбачення і локалізацію помилок навколо них. (c) Мережа сильно прогнозує правильне маркування і помилка практично зникає.

Дані

TIMIT містить записи запитуваної англійської мови, що супроводжується фонетичними транскриптами вручну. Вона має лексикон 61 окремих фонем, і поділяється на навчальні та тестові набори, що містять 4620 та 1680 висловлювань відповідно. 5% (184) тренувальних висловлювань були вибрані випадковим чином і використовувалися в якості валідаційного набору для ранньої зупинки в гібридних і КТК експериментах. Аудіодані попередньо оброблялися на 10 мс кадрах, перекриваючись на 5 мс, використовуючи 12 коефіцієнтів Мел частоти (MFCCs)

з 26 каналів фільтр-банку. Логічна енергія також була включена разом з першими похідними всіх коефіцієнтів, що дало вектор загальної кількості 26 коефіцієнтів. Коефіцієнти були індивідуально нормалізовані, щоб мати середнє значення 0 і стандартне відхилення 1 над навчальним набором.

					БР.171.061.008 ПЗ	Анк
Змн.	Анк.	№ докum.	Підпис	Дата		66

Висновки до розділу 4

Було введено новий, загальний метод тимчасової класифікації з РНН. Метод природно вписується в існуючі рамки нейронної мережі класифікаторів, і походить від тих же імовірнісних принципів. Це усуває необхідність попереднього сегментування дає змогу безпосередньо навчати мережу Позначення послідовності. Більше того, не вимагаючи ніяких специфічних для завдання завдання, воно перевершило обидва НММ та НММ-RNN гібрид на задачу реальної часової класифікації

Система яка здатна розпізнавати текст у зображеннях. Складається з 5 шарів CNN і 2 RNN і виводить матрицю символів-ймовірностей. Ця матриця або використовується для розрахунку втрат CTC або для декодування CTC. Надана реалізація з використанням TF, а також представлені деякі важливі частини коду. Нарешті, були наведені натяки на підвищення точності розпізнавання.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		67

ВИСНОВКИ

Основні результати на висновки

В дипломній роботі розроблена методика та техніка підвищення механізму моніторингу системи керування лазерним променем , а саме :

Експериментально продемонстровано , що система на основі камери може дозволити контролювати основні якісні параметри при наведенні та зчитуванні інформації , через нову систему кодування зчитування символів ;

Можливість контролювати процеси в режимі реального часу , для забезпечення розмірності контролю якості на підтримку автономності ;

Використання нових технологій впровадження реалізації нейронної мережі вимагають ретельного дослідження та впровадження в навчання

Моніторинг процесів лазерної обробки, як і для більшості електрофізичних процесів, непростий, оскільки практично неможливо виміряти в режимі онлайн пряму мету процесу.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Апк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Мігалуш А.О “ПРОБЛЕМИ СОЦІАЛЬНОЇ АДАПТАЦІЇ ЛЮДЕЙ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ” (УДК 316.344.7+316.614 +316.334:376.2);
- [2] Л. А. Пірог “СУЧАСНИЙ СТАН ІНТЕГРАЦІЇ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ В СУСПІЛЬСТВО” (УДК 316);
- [3] Про світ дітей з особливими потребами: Порадник керівникам освітніх установ, вчителям, вихователям дошкільних закладів, шкіл-інтернатів та груп продовженого дня, батькам щодо роботи з дітьми з порушенням психофізичного розвитку/ [упоряд. Шнайдер В.І.]. – Кам’янець-Подільський: Абетка-НОВА, 2003. – 140 с.
- [4] <http://lp.edu.ua/news/2016/lvivski-politehniky-zapozychuyut-nimeckyy-dosvid-roboty-z-lyudmy-z-osoblyvymy-potrebamy>
- [5] Кузава І. Б. РОЛЬ ІНКЛЮЗИВНОГО СЕРЕДОВИЩА У ФОРМУВАННІ ОСОБИСТОСТІ ДОШКІЛЬНИКІВ, ЯКІ ПОТРЕБУЮТЬ КОРЕКЦІЇ ПСИХОФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ УДК 376
- [6] <http://www.svyatoshinruo.kiev.ua/2018-02-23-07-43-52/2018-02-23-08-00-34/6636-2018-02-23-09-22-08>
- [7] <https://vemakids.com.ua/ua/article/uchast-vema-kids-u-vseukrayinskomu-proeki-povprovadzhennyu-ta-rozvitku-inklyuzivnogo>
- [8] <https://www.osce.org/uk/ukraine/75885?download=true>
- [9] <https://www.iosrjen.org/Papers/Conf.ICIATE-2018/Volume-5/8-31-36.pdf>
- [10]. <https://www.ijser.org/researchpaper/Hand-gesture-recognition-and-voice-conversion-system-for-dumb-people-.pdf>
- [11] https://www.academia.edu/36981431/Speaking_Hand_using_Raspberry_Pi_3
- [12] <http://www.ijetmas.com/admin/resources/project/paper/f201705011493628942.pdf>
- [13] <https://www.irjet.net/archives/V5/i9/IRJET-V5I945.pdf>
- [14] <http://www.ijspss.com/uploadfile/2014/0806/20140806030353475.pdf>

					БР.171.061.008 ПЗ	Анк
Змн.	Анк.	№ докum.	Підпис	Дата		69

- [15] <https://4te.me/post/install-raspbian-raspberry-pi-zero-w/>
- [16] <http://library.eltech.ru/files/vkr/2017/magistri/1203/2017%D0%92%D0%9A%D0%A0120345%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%9D%D0%9E%D0%92.pdf>
- [17] http://ieee.org.ua/wp-content/uploads/2013/01/Elconf_2012.pdf
- [18] <http://osoyoo.com/2018/08/22/send-data-from-infrared-tracking-sensor-to-raspberry-pi/>
- [19] <https://pqdtopen.proquest.com/doc/1979769104.html?FMT=AI>
- [20] http://www.photonics.su/files/article_pdf/2/article_2847_555.pdf
- [21] https://www.cs.toronto.edu/~graves/icml_2006.pdf
- [22] <https://towardsdatascience.com/build-a-handwritten-text-recognition-system-using-tensorflow-2326a3487cd5>
- [23] <https://medium.com/@ageitgey/machine-learning-is-fun-part-3-deep-learning-and-convolutional-neural-networks-f40359318721>
- [24] <https://pdfs.semanticscholar.org/73a8/1ba60c2d01c98e4f69c1cc64d13c04588a91.pdf>
- [25] https://www.researchgate.net/publication/269098525_Writing_a_Project_Report_A_Guide_for_Diploma_Students_Universiti_Tun_Hussein_Onn_Malaysia_UTHM
- [26] https://study.com/articles/Project_Engineering_Education_and_Training_Program_Information.html
- [27] <https://www.elprocus.com/final-project-report-format-for-electronics-engineering-students/>
- [28] <https://nevonprojects.com/engineering-projects-2/diploma-projects/>

					БР.171.061.008 ПЗ	Анк
Змн.	Адж.	№ доквм.	Підпис	Дата		70

1. Технічні вимоги.

1.1. Вимоги до функціональних характеристик системи.

- Даний пристрій повинен мати високу завадостійкість та достатній опір ізоляції;
- при потребі зберігати у складських умовах;
- повинні бути витримані норми техніки безпеки та зручності експлуатації;
- упаковка має бути з захистом від ударів.
- система числення – двійкова;
- управління за допомогою 1-кнопочної клавіатури;

4.2. Вимоги до надійності системи.

- надійність пристрою повинна бути не менше годин, визначених кінцевим розрахунком на надійність;
- строки виконання та захисту розрахунку схеми на надійність встановлюються відділом надійності;
- методика оцінки на надійність – розрахунки на надійність;
- місце проведення випробування пристрою на надійність – лабораторні умови;
- міри підвищення надійності – резервування елементів;
- вибір ЗІП проводиться по встановленим нормам і відповідає 10% від встановлених елементів.

4.3. Вимоги до технологічності.

Використання сучасної елементної бази з покращеними експлуатаційними характеристиками. Можливість виготовлення на обладнанні, до якого не висувається підвищених вимог.

					БР.171.061.008 ПЗ	Арк
						71
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

4.4. Вимоги до рівня уніфікації та стандартизації.

Використання технологій та елементів, регламентованих стандартами, прийнятими на території України. Максимально уніфікувати деталі.

5. Вимоги до складових частин виробу, сировини та експлуатаційних матеріалів.

Використовувати матеріали та компоненти серійного виробництва помірної вартості. Конструкція виробу має бути ремонтпридатною та забезпечувати можливість заміни елементів.

- елементна база – мікросхеми серії PIC16;
- мінімальна номенклатура мікросхем;
- максимальна уніфікація мікросхем;
- зручність, простота та безпека обслуговування;
- доступність до вузлів і деталей при регулюванні;
- мінімальна кількість органів керування та контролю;
- технологічність конструкції пристрою.

6. Результати роботи.

Робота повинна містити наступні документи:

- пояснювальну записку;
- схему електричну принципову;
- перелік елементів;
- специфікацію;
- додатки.

					БР.171.061.008 ПЗ	Апк
Змн.	Апк.	№ докum.	Підпис	Дата		72

